www.radio.ru



АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



День защитника Отечества

23 февраля

- Выставка "Российский Hi-End 2017"
- Малогабаритная активная АС
- "Репетитор" для попугая
- Светодиодный куб 4x4x4

...и ещё 15 конструкций

2
2018

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 18002

"Российский Hi-End 2017"

И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону


Фото 4



Фото 6



Фото 8


Фото 10


Фото 14



Фото 15

(см. статью на с. 8)







НОВЫЕ ПЛАНШЕТНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ СЕРИИ ADS-4000T



Новинка!







- ✓ Сенсорное управление (до 5 точек касания)
- ✓ Двух- и четырехканальные модели
- ✓ Большая глубина записи до 28 млн. точек
- ✓ Скорость захвата до 80000 осц/с
- ✓ 31 тип автоматических измерений
- ✓ Встроенный 6-разрядный аппаратный частотомер
- ✓ Встроенная память 8 ГБ
- ✓ Возможность подключения мыши
- ✓ Широкий набор интерфейсов (USB, LAN, HDMI)
- ✓ Перезаряжаемая Li-Ion батарея

	ADS-4572T	ADS-4574T	ADS-4602T	ADS-4604T
Количество каналов	2	4	2	4
Полоса пропускания	70 МГц		100 МГц	
Макс. дискретизация	1 Гвыб/с			
Макс. память	14 М точек		28 М точек	
Гориз. развертка	2 нс/дел…1000 с/дел			
Верт. отклонение	1 мВ/дел…10 В/дел			
Тип запуска	фронт, импульс, видео, скорость нарастания, рант, N фронт, задержка, логический шаблон			



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА ***www.eliks.ru***

В НОМЕРЕ:

НАУКА И ТЕХНИКА 4	А. ГОЛЫШКО. Цифровое предприятие ... 4
ВИДЕОТЕХНИКА 7	М. ПАШКОВ. Ремонт телевизора Daewoo-20Q2M ... 7
ВЫСТАВКИ 8	И. РОГОВ. На выставке "Российский Hi-End 2017" ... 8
ЗВУКОТЕХНИКА 14	А. ГАЙДАРОВ. О параметрах и стандартах в электроакустике ... 14
	А. БУТОВ. Малогабаритная активная АС с ИИП ... 18
РАДИОПРИЁМ 21	В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания ... 21
ИЗМЕРЕНИЯ 23	В. КИЛЬДЮШЕВ. Измерение ёмкости и ЭПС конденсаторов на платах ... 23
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 24	П. ЛИСЮТИН. Как приспособить источник бесперебойного питания для работы с паяльником на 12 В ... 24
	В. СУРОВ. Блокировка включения электроинструмента ... 25
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 26	И. НЕЧАЕВ. Регулируемый БП — из нерегулируемого ... 26
	С. БИРЮКОВ. Симисторно-трансформаторный стабилизатор переменного напряжения ... 27
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 33	М. ТКАЧУК. Автоматическая водокачка ... 33
	В. ЛАЗАРЕВ. "Контроллер доступа Mellon-1" ... 36
	И. СЕРЕБРЯННИКОВ. Автомат управления вентилятором с датчиком влажности ... 37
	А. МЕЛЬНИКОВ. Выключатель с однокнопочным управлением ... 38
	А. ВИШНЕВСКИЙ. Как соединить звуковую карту компьютера с телефонной линией ... 40
	С. МАКАРЕЦ. Карманная метеостанция—высотомер—радиометр ... 43
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ 45	В. ЛУБЕГИН. Контроль исправности сигнальных ламп ... 45
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 46	Наша консультация ... 46
"РАДИО" — О СВЯЗИ 47	Л. ПУЗАНКОВ. 23 февраля — День защитника Отечества. Самборский Валентин Дионисович — человек-легенда ... 47
	О. ГОЛОВИНСКИЙ. Устройство согласования антенны с дистанционным управлением от компьютера ... 50
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 57	Д. МАМИЧЕВ. Ночной светильник ... 57
	А. БУТОВ. Светодиодный фонарь с аккумулятором большой ёмкости ... 58
	И. НЕЧАЕВ. "Репетитор" для попугая ... 60
	О. КОЛЬЧУРИН. Светодиодный куб 4×4×4 и редактор световых эффектов для него ... 62
	А. МЫЗНИКОВ. Улучшение циркуляции воздуха в системном блоке ПК ... 64

ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 24, 36). ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ (с. 36). НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 42).
ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 20, 22, 32, 36, 37, 40, 45, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Экспозиция военной связной аппаратуры в музейном комплексе радиоэлектроники (**http://rrl-museum.cqham.ru/**).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА VERNA 100A-005
ОДНОКНОПОЧНЫЙ КОДОВЫЙ ЗАМОК
"ПОПУГАЙ" ДЛЯ ПОПУГАЯ
КВ-ПРИЁМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Тираж журнала «Радио» № 1 сдан для рассылки подписчикам 09.01.2018 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.01.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-01-00149.

Цифровое предприятие

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Из опыта больших дел я вынес, что пытаться уладить всё сразу часто является ошибкой".

Уинстон Черчилль

Нетрудно заметить, что термин "цифровой" используется сегодня налево и направо в любых интересах и по любому поводу. Поскольку в этой части уже успели отметиться даже "цифровая экономика" с "цифровой политикой", то не избежали этой участи и так называемые "цифровые предприятия", в которые обещают в скором времени превратиться любые производители чего-либо. Впервые термин "цифровое предприятие" был изложен в книге Being Digital директора MIT Media Lab Николаса Негропонте, которая вышла ещё в 1996 г. Правда, подойти к практической реализации идеи цифрового предприятия удалось только сейчас. Но если вам скажут, что цифровое предприятие является логическим завершением процесса автоматизации всего и вся — не верьте.

Во-первых, цифровое предприятие является порождением Индустрии 4.0, о которой уже говорилось на страницах журнала и которая означает не просто революцию, а именно промышленную революцию под номером четыре, "освящённую" как промышленным Интернетом вещей (IIoT — Industrial Internet of Things), так и цифровым предприятием. Уже сейчас на реализацию концепции Индустрия 4.0 выделяются большие средства, а производители промышленных товаров из различных стран мира планируют до 2020 г. вкладывать в это направление немногим менее 1 трлн долл. США в год. Главным образом, инвестиции будут направлены на цифровые технологии, такие как датчики и устройства связи, а также на программы и приложения, такие как системы управления производством (MES). Кроме того, компании выделяют деньги на обучение своих сотрудников и реализацию организационных преобразований. Более половины респондентов считают, что их инвестиции в концепцию Индустрия 4.0 начнут приносить доход через два года или даже раньше с учётом того, что объём инвестиций в этих компаниях составляет 5 % от их годовой выручки.

Во-вторых, естественно, развитие автоматизации существующих производств и бизнес-процессов позволяет добиться некоторого роста эффективности, в целом оставаясь в рамках традиционной бизнес-модели, продолжая выпускать традиционные для данного предприятия продукты и оказывать традиционные для данного предприятия услуги. Сегодня, как отмечают многие отраслевые эксперты, ситуация иная — технологии стирают привычные границы между рынками и определяют новые бизнес-модели. Мир вступает в эпоху цифрового бизнеса, которая характеризуется беспрецедентным уровнем конвергенции технологий, бизнес-процессов, коммуникаций, искусственного интеллекта (ИИ) и различных "умных" вещей. А переход к цифровой форме бизнеса порождает волну прорывных (или подрывных) инноваций (Disruptive Innovations) во многих отраслях.

Индустрия 4.0 предусматривает цифровизацию и интеграцию процессов по вертикали в рамках всего предприятия, начиная от разработки продуктов и закупок и заканчивая производством, логистикой и обслуживанием в процессе эксплуатации. В свою очередь, горизонтальная интеграция цифрового предприятия выходит за рамки внутренних операций и охватывает поставщиков, потребителей и всех ключевых партнёров по цепочке создания стоимости. Здесь используются различные технологии: от устройств слежения и контроля до комплексного планирования,

интегрированного с исполнением в режиме реального времени. Важно, что при этом все данные об операционных процессах, эффективности процессов, управлении качеством и операционном планировании доступны в режиме реального времени в интегральной сети цифрового предприятия. Ну а чтобы приблизиться к указанным революционным высотам, необходимо провести на традиционном предприятии так называемую цифровую трансформацию. Что же под этим понимают?

Международная исследовательская и консалтинговая компания IDC определяет цифровую трансформацию как процесс, который инициируется и происходит под действием внешних факторов, среди которых главным является положительный клиентский опыт. Партнёры и заказчики компании сегодня имеют высокий уровень ожиданий по доступу к информации о работе компании, её услугах и продуктах. Обеспечить такой уровень пользовательского опыта возможно только при использовании технологий, способных агрегировать и обрабатывать данные с их последующим предоставлением клиентам и партнёрам. Именно положительный клиентский опыт позволяет компаниям не только оставаться на рынке, но и увеличивать своё присутствие. Достижение таких результатов тесно связано с повышением операционной эффективности, которая достигается в процессе цифровой трансформации. Представьте, что вы директор вполне себе традиционного предприятия. И однажды вы услышали про предприятие цифровое и задали соответствующий вопрос консалтинговой компании. Потом получили ответ и...

Если вы ничего не поняли из изложенного выше — это не страшно. Вот что, к примеру, говорят про цифровую трансформацию другие консалтинговые компании (кто-то предусмотрительно собрал эту информацию на просторах Интернета).

Accenture говорит, что цифровое предприятие открывает возможность для новых операционных моделей и бизнес-процессов, платформ подключённых продуктов, аналитики и коллективной работы для повышения продуктивности.

PwC связывает термин "цифровое предприятие" с концепцией Индустрия 4.0, делая акцент, прежде всего, на изменении сферы промышленного производства. Компаниям, успешно реализовавшим концепцию Индустрия 4.0, больше не приходится выбирать между повышением валовой выручки и повышением прибыли, они могут улучшать оба показателя одновременно.

McKinsey считает наиболее трудной частью цифровой трансформации культурные изменения, которые должны произойти в компании, чтобы стать цифровым предприятием.

Несложно представить, что скажет, к примеру, прочитав всё это, директор традиционного предприятия, потому что представленная выше цифровая транформационная мозаика не складывается в какую-либо цельную картину. Как минимум он может подумать, что ему что-то недоговаривают. Но что именно?

Если же от директоров спуститься "в народ", то нетрудно убедиться, что там за цифровую трансформацию принимают вообще что угодно, вплоть до простого использования Интернета для продаж, маркетинга и обучения или же некоторой автоматизации в местах наибольшего скопления народных масс, вроде терминалов аэропортов и вокзалов. Причём нетрудно видеть, что порой про цифровую трансформацию и переход к Индустрии 4.0 пытаются говорить люди, находящиеся со своими производственными мощностями на этапе Индустрии 2.0. К примеру, в истории развития офисного ПО был длительный этап, когда оцифровывали работу обычного, лишённого компьютеров "бумажного" офиса: печатающую машинку, таблицу, календарь, планшет для презентаций и пр. И лишь 20 лет спустя догадались, что воспроизводить всё это в цифровом виде — лишняя трата ресурсов. Или нет никакого смысла оцифровывать кадастры, если изначально создать геоинформационную систему с соответствующими атрибутами для видимых со спутника земельных участков.

Разумеется, одной из проблем цифровой трансформации является то, что сегодня каждый из поставщиков продуктов или услуг ищет способы зацепиться за модный (и пока больше маркетинговый) термин и показать, почему именно этот поставщик и является ключевым элементом цифровой трансформации бизнеса.

На самом же деле цифровая трансформация — это использование всего пула современных технологий (от скоростных сетей связи и инновационных ИТ-приложений до Big Data, 3D и IoT с промышленным Интернетом) для кардинального повышения производительности и ценности предприятий. Быть может, лучше сказать это по-другому: кардинальное повышение производительности, конкурентоспособности и ценности предприятий сегодня возможно при параллельном проведении оцифровки бизнес-процессов и их фундаментального реинжиниринга (BPR, Business Process Reengineering). Однако и эти слова требуют осмысления и пояснения. Не секрет, что свойство ориентироваться в своём поведении на уже не существующее, но привычное, присуще и человеку (и животным). И не случайно первые автомобили по своей конструкции ничем не отличались от кареты, а творения многих писателей-фантастов (с железными дирижаблями и крутящимися ручками на телефонных аппаратах в далёком XXI веке) быстро стали попросту неинтересны из-за того, что психологи называют инерцией мышления. Вот процесс BRP и призван "перешагнуть" указанную инерцию.

Оцифровка бизнес-процессов — это ни что иное, как их автоматизация на базе широкого использования информационных технологий. Однако тотальное осуществление автоматизации весьма дорогое, а зачастую и бесполезное занятие. Ведь когда автоматизируется всё подряд, автоматизируют также и все существующие на предприятии проблемы, недочёты и "косяки". В результате подобная автоматизация не только не принесёт ожидаемого счастья, но и усугубит проблемы, предоставив к услугам менеджмента лишь очередную цифровую "палку-копалку". В этой части хорошо высказался кто-то из великих: "нельзя автоматизировать беспорядок". А что надо?

Прежде всего, необходимо провести широкий аудит производственной деятельности, чтобы постараться понять, в чём можно было бы получить дополнительные конкурентные преимущества: в снижении себестоимости, в экономии ресурсов, в повышении качества, оперативности и надёжности, в развитии обратной связи с клиентом, в переходе на другие продукты и, наконец, в смене бизнес-модели. Но разве, спросите вы, любой директор предприятия всегда не занимался тем же самым? Конечно, занимался, просто сегодня к его услугам появилось много новых возможностей, порождённых стремительным развитием ИКТ со всеми сверхскоростными сетями передачи данных, широкополосным доступом, мобильной связью, "облаками" и прогрессирующей роботизацией всего и вся. Всеми этими возможностями надо суметь грамотно воспользоваться.

К примеру, вместо автоматизации работы сотрудников, ответственных за работу с клиентами, нужно создавать системы самообслуживания, минимизируя количество посредников между клиентом и конечным сервисом или продуктом. В этой части серьёзные процессы протекают сегодня в банковской сфере, когда выяснилось, что чуть ли не 80 % стандартных банковских процедур может осуществлять не сотрудник-операционист, а программа-робот. А быстро развивающийся мобильный банкинг, не требующий ни зданий, ни сотрудников (а лишь наличия грамотной ИТ-службы), тоже лишний раз иллюстрирует, что же такое цифровая трансформация.

Что касается клиентов предприятий (от обычных граждан до других предприятий и организаций), то сегодня они также вооружены плодами развития ИКТ в части информативности, достоверности, прозрачности и оперативности, что заставляет их поднимать планку своих ожиданий от любых производителей. Более всего растут ожидания клиентов по поводу скорости и качества предоставления услуг. Особенно это касается молодого поколения потребителей. Высокий уровень сервиса становится требованием по умолчанию. Запрос на получение кредита, активация услуги, заказ товаров, доступ к информации о расходах, получение консультации — клиенты хотят выполнять все эти операции здесь и сейчас с помощью устройств, которые у них под рукой. Современные потребители всё больше ценят своё время, им нужна мгновенная обратная связь, а также понятный и удобный интерфейс для удовлетворения их потребностей. Хороший дизайн информационных ресурсов (к примеру, наличие онлайн-чатов, индивидуальный подход) — это





мир, к которому клиенты уже успели привыкнуть, потому что многие из них уже живут в этом мире. Не стоит думать, что всё сказанное более касается сферы услуг, и любой потребитель промышленной продукции как минимум заинтересован в её грамотном сопровождении поставщиком во время эксплуатации и своевременной реакцией на возникающие проблемы и недоработки.

Поэтому-то для того, чтобы соответствовать новым повышенным ожиданиям клиентов, поставщики должны не просто ускорить оцифровку своих бизнес-процессов, а зачастую и попросту изобрести их заново (иначе — провести реинжиниринг), переоценив в новых условиях собственные силы и потенциал. Необходимо также помнить, что, согласно определению, реинжиниринг — это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений в решающих, современных показателях деятельности компании: стоимость, сервис и темпы. Посему главные цели цифровой трансформации — это повышение скорости принятия решений, увеличение вариативности процессов в зависимости от потребностей и особенностей клиента, снижение числа вовлечённых в процесс сотрудников (то есть цепочек принятия решений и создания стоимости). В целом социальность, мобильность, аналитика и "облака" являются фундаментом, на котором строится цифровое предприятие. Но просто сам факт использования технологий не делает предприятие цифровым. Организациям предстоит перестроить свою информационную инфраструктуру, чтобы соответствовать требованиям цифрового мира.

Сегодня среди передовиков цифрового производства находятся хайтек-индустрия, банки и ритейл — именно они сейчас получают наибольшие выгоды от цифровой трансформации. Телекому и гостиничному бизнесу нужно задуматься о смене бизнес-моделей и добавлении новых методов в управлении. В рядах консерваторов оказались страховые компании, которые заботятся о сокращении рисков, что мешает им заниматься инновациями. В сферах энергетики и ЖКХ тянет назад унаследованная инфраструктура. Замыкают рейтинг цифровой зрелости фармацевтика, промышленное производство и производство товаров народного потребления, им ещё предстоит выстроить модель цифровой трансформации.

Лучшие компании, так называемая цифроэлита (Digirati), сочетают активность в сфере цифровых технологий и сильное руководство, совершая переход от просто использования ИТ к трансформации бизнеса. Это то, что называют "цифровой зрелостью". Компании по этому признаку существенно различаются, и те, которые являются более зрелыми с точки зрения цифровых технологий, превосходят своих конкурентов в бизнесе.

Capgemini Consulting и MIT Sloan School of Management проанализировали более 400 крупных компаний из разных отраслей, чтобы понять, что для них значит цифровой бизнес. Результаты исследования показали, что от применения новых технологий и методик управления зависят финансовые показатели компаний:

— компании, активно использующие технологии и новые методы управления, в среднем на 26 % прибыльнее своих конкурентов;

— организации, которые много инвестируют в цифровые технологии, но при этом уделяют мало внимания управлению, имеют финансовые показатели на 11 % ниже;

— более консервативные компании, которые улучшают только менеджмент, получают плюс 9 % к прибыли, но потенциально могут приобрести с помощью цифровых технологий втрое больше;

— те, кто ещё не выбрал стратегию развития, имеют негативные финансовые показатели в сравнении с другими игроками рынка — минус 24 %.

Теперь перейдём непосредственно к продукции цифровых предприятий. Цифровизация товаров включает в себя дополнение имеющихся продуктов, например, интеллектуальными датчиками или устройствами связи, совместимыми с инструментами аналитики данных, а также создание новых цифровых продуктов, предназначенных для предоставления комплексных решений. Как минимум это означает работу с IoT и IIoT, чтобы держать руку на пульсе при производстве продуктов и их дальнейшем сопровождении. Благодаря внедрению новых методов сбора и анализа данных (для этого стоит овладеть технологиями Big Data и BI — бизнес аналитики) у компаний появляется возможность получать данные об использовании продуктов и быстро их дорабатывать в соответствии с новыми требованиями конечных пользователей.

В качестве примера можно привести смену бизнес-модели производства и реализации авиадвигателей. Если каждый авиадвигатель оборудован набором датчиков, контролирующих все его ключевые функциональные возможности и эксплуатационные показатели, то регулярный сбор поступающей с них информации (а в случае наличия IoT это так и есть) позволяет производителю постоянно анализировать работоспособность изделия, где бы оно ни находилось. В частности, производитель может заранее понимать, что конкретному двигателю пора сделать внеплановую профилактику, а то и оперативно отправить его в ремонт, заменив другим, во избежание, так сказать, крупных неприятностей. Помимо повышения безопасности полётов (профилактика обычно проводится по графику или в зависимости от рабочего ресурса, что не может предотвратить внезапных отказов и различных возможных проблем с техникой, а то и с заправкой некачественным топливом или же с пресловутым человеческим фактором), это позволяет изменить бизнес-модель авиазавода с продажи непосредственно двигателей на продажу их рабочего ресурса. Иначе говоря, вы платите только за время работающего двигателя в полёте, а все остальные хлопоты берёт на себя производитель. Так продажи заменяются арендой, а капитальные расходы (CAPEX) — операционными (OPEX). Не только эксплуатационные службы, но и грамотные финансисты быстро найдут во всём этом массу преимуществ как для поставщика, так и для потребителя. Собственно, новые цифровые бизнес-модели зачастую и направлены на получение дополнительной выручки от цифровых решений, оптимизацию взаимодействия с клиентом и улучшение доступа клиентов.

Вполне закономерно ведущие отраслевые компании расширяют спектр предоставляемых ими услуг, предлагая клиентам революционные цифровые решения, включая комплексное персонифицированное обслуживание на основе сбора различных данных и интегрированных цифровых платформ. Под цифровой платформой понимается совокупность цифровых данных, моделей (логики, алгоритмов) и инструментов (методов, средств) информационно и технологически интегрированных в единую автоматизированную функциональную систему, предназначенную для квалифицированного управления целевой предметной областью с организацией взаимодействия заинтересованных субъектов. Короче говоря, это суть любого цифрового предприятия. Вокруг каждой цифровой платформы зарождается соответствующая экосистема цифрового предприятия, включающая в себя поставщиков ресурсов и комплектующих, потребителей, а также сервисные и эксплуатационные службы.

Собственно, подобные экосистемы и являются точками роста цифровой экономики. Ну а "дьявол", как всегда, кроется в деталях — если у каждого предприятия будет своя обособленная цифровая экосистема со своими стандартами, методиками и алгоритмами, то в целом по отрасли получится хоть и цифровое, но лоскутное одеяло с нестыкуемыми автоматизированными информационными системами (АИС) и даже просто с различной логикой их работы. Вероятно, стыковать их с помощью денег и интеллекта можно (и сделать это будет проще, чем при Индустрии 3.0), да, впрочем, и не всегда нужно, но в любом случае отсутствие какого-либо регулирующего усилия сверху позитивно лишь на этапе зарождения какого-либо государственного явления по инициативе снизу. Поэтому различным субъектам рынка ещё предстоит решить, создавать ли единую конвергентную экосистему, договорившись о каких-либо стандартах или спецификациях, или создавать много параллельных и во многом дублирующих друг друга обособленных цифровых экосистем.

Впрочем, и на этом потенциальные проблемы не заканчиваются. Согласно исследованию Digital IQ, проведённого PwC, вложение средств в нужные технологии имеет большое значение, однако в конечном итоге успешность трансформации будет зависеть не от специальных датчиков, алгоритмов или инструментов, а от более широкого набора факторов, связанных непосредственно с людьми. Промышленным

компаниям необходимо создавать условия для распространения цифровой культуры и обеспечивать прямую заинтересованность в успешной трансформации со стороны топ-менеджмента. Отраслевым предприятиям также нужно привлекать, удерживать и обучать специалистов из числа представителей "цифрового поколения" и других сотрудников, которые смогут не просто спокойно работать в динамичной цифровой экосистеме, а составлять с нею одно целое, оптимально дополняя друг друга как в текущей деятельности, так и в непрерывном развитии. Возможно, в этой части пора в очередной раз вспомнить американского экономиста и одного из самых влиятельных теоретиков менеджмента XX века Питера Друкера, который говорил: "До новейшей эпохи отношения между лидером и сотрудниками строились по модели мастер—ученик. Лидер был сильнее, умнее, опытнее. В современном мире сотрудники сплошь и рядом интеллектуальнее и эрудированнее своих руководителей. Они знают больше тебя, а значит, ты уже не можешь говорить им, что делать. И задача лидера теперь прямо противоположная: он должен уметь учиться у сотрудников. Управлять компанией, черпая знания у тех, кто его окружает".

Ещё одним важным элементом цифрового предприятия и, собственно, настоящего цифрового производства является создание цифровых двойников двух видов: непосредственно предприятия и непосредственно продукта.

Первый вид цифровых двойников позволяет упростить и ускорить вопросы мониторинга, управления, проектирования, технологических процессов и пр., а также, что самое главное, быстро переориентироваться на новые продукты, технологии и бизнес-модели. К примеру, сегодня быстро меняются процессы разработки, а в области производства перемены происходят за счёт применения аддитивного производства, современных робототехнических систем и интеллектуальных средств автоматизации. За всем этим надо успевать. В целом создание цифрового двойника для управления жизненным циклом всей системы производства позволяет предприятиям выйти на новый уровень инноваций. Сегодня всё более активно используются роботы, которые стали гораздо более гибкими, чем раньше.

Второй вид цифровых двойников позволяет создать эталон, в процессе сравнения реальной продукции с которым можно осуществлять мониторинг качества, надёжности, имеющегося ресурса, а также вести учёт и понимать последствия различных эксплуатационных моментов. К примеру, 3D-печать, которая ещё недавно считалась пригодной только для прототипирования, начинает широко применяться в реальном производстве путём "распечатки" цифрового двойника. Его использование позволяет интегрировать расчёты и натурные испытания, а также модели и данные. И это также позволяет устранить разрыв между проектированием и производством. К примеру, задача состоит в том, чтобы максимально использовать информацию, создаваемую на разных этапах проектирования и производства, чтобы коррелировать её между собой, но сейчас ещё существует ряд этапов, на которых инженерная информация производится изолированно. Вот эту задачу и можно решить с помощью цифрового двойника, анализируя продукт на самых ранних этапах посредством виртуальных испытаний, управляя этим двойником и повышая уровень его детализации и точности, чтобы на натурных испытаниях сосредоточиться именно на удовлетворении требований, а не на поиске решений.

Конечно, всё вышесказанное можно продолжать и продолжать, но как говорил У. Черчилль: "Умный человек не делает все ошибки сам — он даёт шанс и другим".

По материалам ***PCWeek, ComNews, pwc.ru, isicad.ru, itweek.ru, digenforum.ru, tops.ru, denreymer.com, ngmsys.com***

Ремонт телевизора Daewoo-20Q2M

М. ПАШКОВ, г. Орёл

Кинескопный телевизор, о котором пойдёт речь, собран на шасси CP-370 и проработал до выхода из строя около 10 лет. Учитывая этот довольно большой срок, в первую очередь измерителем ЭПС и ёмкости были проверены все оксидные конденсаторы. В результате на моноплате было обнаружено около десятка конденсаторов, потерявших ёмкость полностью (скорее всего, в них просто был обрыв) или частично. Первых оказалось всего два, при этом один из них был включён между выводами 3 и 4 микросхемы STR-S5707 блока питания (**рис. 1**), т. е. в цепь базы входящего в её состав мощного транзистора (условно обозначен как VT1), который оказался пробитым. Позиционного обозначения конденсатора (на рис. 1 — C1) на плате не было, но тем, кому доведётся иметь дело с подобной неисправностью, найти его будет нетрудно — он установлен между внешней стороной теплоотвода названной микросхемы и краем монтажной платы (на **рис. 2** он фиолетового цвета). Его номинальная ёмкость — 220 мкФ, номинальное напряжение — 25 В.

Микросхема на рынке стоила дорого. Это заставило присмотреться к ней. Как видно из фрагмента её схемы (см. рис. 1), вышедший из строя мощный транзистор связан только с шиной её общего провода (к ней подключён его эмиттер), а коллектор и база



Рис. 1

соединены соответственно с выводами 1 и 3 микросхемы для подключения к внешним цепям. В связи с этим пришла простая мысль: заменить внутренний транзистор внешним, а микросхему впаять на её штатное место, откусив (или отогнув) её выводы 1 и 3. Внешний транзистор должен быть такой же, как в других телевизорах с кинескопами диагональю 20 дюймов и выше, блок питания которых выполнен на дискретных транзисторах.

Согласно техническим характеристикам микросхемы STR-S5707, ток коллектора встроенного транзистора n-p-n, о котором идёт речь, — 6 А (пиковое значение — 12 А), рассеиваемая на коллекторе мощность — 90 Вт, макси-



Рис. 2

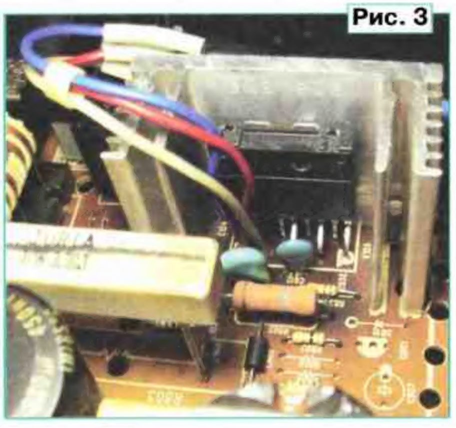
мальное напряжение коллектор—эмиттер — 850 В. Автор использовал в качестве внешнего снятый с неисправной платы транзистор 2SD2333 (n-p-n, 5 А, 80 Вт, 1500 В) в полностью пластмассо-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вом корпусе, который можно крепить к теплоотводу без изолирующих прокладок. Для подключения к общему проводу микросхемы провода, идущего от эмиттера транзистора, примерно в трёх миллиметрах от её вывода 2 в плате просверлено отверстие (там проходит широкий печатный проводник).

Далее делают следующее. Выводы микросхемы, кроме первого и третьего (их лучше всего обрезать в непосредственной близости от корпуса микросхемы), вставляют в предназначенные для них отверстия в плате, после чего корпус её штатным винтом притягивают к теплоотводу, а выводы припаивают к печатным проводникам. Далее винт выкручивают, а корпус микросхемы, чтобы не нагревался, аккуратно отгибают от теплоотвода на 2...3 мм. Затем на плоскую сторону корпуса транзистора наносят теплопроводящую пасту и штатным винтом закрепляют его на тыльной стороне теплоотвода, как показано на рис. 2 (выводы транзистора должны располагаться под небольшим углом к плате, с таким расчётом, чтобы от них до расположенного ниже терморезистора петли размагничивания было 10...15 мм). Места пайки соединительных проводов к выводам транзистора изолируют отрезками поливинилхлоридной трубки, после чего провод, идущий от вывода базы, впаивают в отверстие под вывод 3 микросхемы, от коллектора — в отверстие под её вывод 1, а от эмиттера — в отверстие, просверленное рядом с выводом 2 (**рис. 3**).

У заменяемого мощного транзистора микросхемы нет шунтирующих диодов и резисторов, у 2SD2333 между


Рис. 3

базой и эмиттером встроен резистор, а между коллектором и эмиттером — диод. Чтобы не менялся режим работы, лучше применить транзистор серии КТ872 (не забудьте в этом случае поместить между соединённым с коллектором фланцем транзистора и теплоотводом слюдяную прокладку).

В других телевизорах, с блоком питания на микросхеме STR-S5707, может встретиться внешний резистор сопротивлением несколько десятков ом, включённый между её выводами 4 и 2 (на рис. 1 — изображённый штриховыми линиями R1). Для уменьшения шунтирования управляющего сигнала номинал этого резистора при использовании в качестве внешнего транзистора с встроенным резистором между эмиттером и базой необходимо увеличить.

Дальнейшая проверка телевизора выявила пробой выходного транзистора строчной развёртки 2SD2499 (Q402). Его параметры в указанной выше последовательности — n-p-n, 6 А, 50 Вт, 1500 В, он был заменён транзистором 2SC5411 (n-p-n, 14 А, 60 Вт, 1500 В), применяемым в строчной развёртке телевизора фирмы Toshiba.

После замены всех оксидных конденсаторов с фактической ёмкостью ниже номинальной и двух указанных выше транзисторов телевизор работает нормально.

В заключение — небольшое уточнение по поводу произведённых замен транзисторов. Дело в том, что на момент ремонта телевизора автор не располагал информацией о структурной схеме транзисторов 2SD2499 и 2SC5411. Как выяснилось позднее, первый из них содержит встроенные резистор и диод, а второй — нет, поэтому на место внешнего транзистора лучше подошёл бы 2SC5411, а в строчной развёртке — 2SD2333.



На выставке "Российский Hi-End 2017"

И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону

Очередная, семнадцатая выставка "Российский Hi-End 2017" прошла в Москве в акустическом центре МТУСИ с 16-го по 19 ноября прошлого года. И порядковый номер не означает, что выставке всего семнадцать лет: первая состоялась ещё в прошлом веке — в 1996 г. С того времени более сотни участников продемонстрировали свои работы. Для многих из них участие в выставке послужило стартом, и теперь они достаточно известные производители техники Hi-End. Да и сегодняшние участники выставки демонстрируют настоящий профессиональный подход, превратившись из радиолюбителей-самодельщиков в бизнесменов и производителей.

Выставка всё больше становится выставкой продукции, а не радиолюбительства. Чтобы товар хорошо продавался, он должен хорошо работать. И звучать не просто хорошо, звучать он должен не хуже, а желательно и лучше, чем у возможных конкурентов. Задача усложняется тем, что в конкурентах числятся и известные мировые бренды. Это переход в профессионализм. Отсюда и улучшение звука — разработка становится более серьёзной и технически правильной. Разработчики начинают больше уделять внимание таким факторам (не свойственным обычному радиолюбительству), как стабильность параметров при эксплуатации, повторяемость при производстве, упрощение налаживания и т. п. И придавать товарный (т. е. красивый, функциональный и эргономичный) вид своей продукции, предусматривать удобство эксплуатации, гибкость в инсталляции и применении. И это становится всё больше продукцией, выпускаемой не только единичными экземплярами, но и мелкосерийно, доступной для приобретения более широким кругом потребителей.

Именно поэтому на выставке много экспонатов, демонстрировавшихся в прошлом году — это изделия, выпуск которых налажен и продолжается. Большинство из них доработаны и модернизированы, некоторые являются новыми версиями изделий, завоевавших популярность. Есть и новинки. И всю эту технику можно пощупать руками, оценить качество изготовления, а главное — самому послушать звучание и убедиться, что российский Hi-End существует, что это не просто модное название, рекламная бирка. Эта аппаратура демонстрирует прекрасное звучание — ничуть не хуже, а зачастую и лучше, чем иностранные бренды ценовой категории на порядок выше.

Предлагаю поподробнее ознакомиться с её экспонатами.

Noize Fabrik Александра Буткарёва представила новую версию открытых акустических систем *Scutum 4.0*. Это совершенно новый вариант известных акустических систем, в которых изменилось почти всё: полосовые (СЧ и ВЧ) динамические головки, разделительные фильтры, а главное — изменилась конструкция корпуса. Он остался открытым, но стал больше напоминать традиционно прямоугольную АС (**фото 1**).

В новом корпусе отсеки для головок НЧ и СЧ—ВЧ разделены, причём отсек с СЧ- и ВЧ-головками можно частично или полностью закрывать, изменяя акустическое оформление от открытого ящика до закрытого. Полоса воспроизводимых частот — 40...20000 Гц, причём вся эта полоса "отыгрывается" на отлично! Никаких претензий к звуку, он чёткий, собранный, причём бас лёгкий, незатянутый и в то же время мощный и глубокий. Вот только моё личное впечатление: прежние корпуса были необычными, притягивающими взгляд. Новая конструкция корпусов, по словам Александра, улучшила эксплуатационные характеристики АС в реальных домашних условиях, и, кроме того, такая конструкция даёт возможность

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Фото 1


Фото 2


Фото 3

подобрать наилучшее звучание на средних частотах заглушением (по необходимости) отсека СЧ—ВЧ.

Noosfera Lab Игоря Виноградского представила известные и хорошо зарекомендовавшие себя усилители *Noosfera A12* и *Noosfera Echo* (**фото 2**).

Усилитель *Noosfera A12* выполнен без общей отрицательной обратной связи и работает в режиме класса АВ. Номинальная выходная мощность — 120 Вт. *Noosfera Echo* — также без общей ООС, его выходной каскад выполнен по однотактной схеме и работает в режиме класса А, что способствует достижению ясного и естественного звучания. Номинальная выходная мощность — 35 Вт, что часто достаточно для разнообразной акустики. Приятно отметить, что усилители *Noosfera* завоёвывают популярность и у самих участников выставки, которые использовали эти усилители для демонстрации своих акустических систем. И не зря — усилители со всеми акустическими системами обеспечивают отличное звучание.

На выставке эти усилители демонстрировались с новой акустической системой производства **Styleacoustic Lab** (**фото 3**), так и с уже известными ранее моделями этой лаборатории. Все эти АС — трёхполосные, с акустическим оформлением "трансмиссионная линия". Такое оформление позволяет получить глубокий и насыщенный бас, но "приручить" его довольно непросто. Автору конструкции это вполне удалось; звучание получается яркое и собранное.

КБ Форасаунд представило усовершенствованные версии уже известных моделей своих акустических систем: четырёхполосную АС *А4а* и трёхполосную *В3а* (**фото 4 на 2-й с. обложки**).

Обе АС — активные: они содержат в себе двухполосные усилители мощности с электронным кроссовером, имеющим возможность подстройки акустических характеристик колонок под особенности помещения. Активная акустика имеет ряд преимуществ перед пассивной: используемые головки громкоговорителей хорошо согласованы с усилителями, а электронный кроссовер обладает наилучшими характеристиками и не вносит искажений в сигнал. Кроме того, некоторые характеристики усилителей и кроссовера можно перестраивать для подстройки звуковоспроизводящей системы к особенностям помещения.

В полосе СЧ—ВЧ этих АС используется линейный усилитель с выходным каскадом, работающим в режиме класса АВ, что обеспечивает отличное звучание. В полосе НЧ используется импульсный усилитель высокой мощности, имеющий высокий КПД, что немаловажно — отвод тепла в акустических системах зачастую затруднён. Усиление мощности в режиме класса D нисколько не ухудшило звучания — высококачественный усилитель на низких частотах работает очень хорошо.

Возможность подстройки АС под свойства помещения авторы использовали для обеспечения высокого качества звучания на выставке. Даже в выставочном зале, мало приспособленном для высококачественного звуковоспроизведения, эти системы звучали очень хорошо и вызвали заслуженный интерес посетителей выставки.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Экспозиция **ООО Razin&Musatoff**, как обычно, богата экспонатами: это и усилители мощности (как ламповые, так и транзисторные), акустические системы и усилители для головных телефонов (**фото 5**). И вся эта техника не только имеет отличный дизайн, но и выполнена на высочайшем инженерном уровне, что обеспечивает отличные параметры, пользовательские характеристики и великолепный звук. "Изюминкой" экспозиции стали акустическая система *Musatoff AS-10* и УМЗЧ *PA-20*.

Акустическая система *Musatoff AS-10* имеет, по выражению автора, три с половиной полосы. Но, на мой взгляд, это настоящая четырёхполосная система. Её особенность в том, что полоса НЧ поделена ещё на две — нижнего и верхнего баса (бас и мидбас соответственно). Басовый диапазон частот воспроизводится головкой диаметром 10 дюймов, установленной снизу корпуса АС. Мидбас воспроизводится более лёгкой и быстрой головкой диаметром 8 дюймов, установленной на лицевой панели. Особенность включения этой головки в отсутствии фильтра верхних частот, это уменьшает групповое время задержки сигнала [1], делая бас более быстрым и чётким.



Фото 5

Для того чтобы исключить работу мидвуфера на самых нижних частотах, применено очень необычное решение. Обе низкочастотные головки работают на общий объём в акустическом оформлении "закрытый корпус", причём вся система настроена так, что на самых нижних частотах движение диффузора мидвуфера тормозится избыточным давлением, создаваемым вуфером внутри корпуса АС. Так что вместо фильтра верхних частот используется акустическое торможение. Это решение сохраняет высокую точность, глубину и в то же время лёгкость басового звучания.

Усилитель *Esatto* Александра Трусова (**ООО "А.Т."**) знаком нам по предыдущим выставкам (**фото 7**) — это транзисторный усилитель с выходной мощностью 150 Вт без общей отрицательной обратной связи, с фантастическим быстродействием, широчайшей полосой усиления. Выходной каскад на полевых транзисторах работает с большим током покоя, что позволяет получить минимальные искажения выходного каскада [2]. До мощности 4 Вт выходной каскад усилителя работает в классе А. Мощный тороидальный трансформатор совместно с конденсаторами фильтра ёмкостью около 100000 мкФ обеспечивает достаточную энерговооружённость усилителя. В сочетании со стабилизированным питанием всех узлов такая конструкция позволяет усилителю справляться с любой нагрузкой. Кроме того, выходное сопротивление усилителя можно регулировать "на лету" в пределах от +0,1 до −0,22 Ом, при этом изменяется коэффициент демпфирования АС, что позволяет в некоторой степени подстроить их звучание под акустику помещения. Усилитель выпускается в нескольких вариантах, отличающихся комплектацией, параметрами и, соответственно, стоимостью. Отменный звук усилителя (Esatto в переводе с итальянского — точный, правильный), огромный запас по перегрузке — прибавляешь громкость и кажется, что мощность не ограничена. Его замечательная универсальность по отношению к акустическим системам (с возможностью подстройки выходного сопротивления) послужили причиной того, что многие из участников выставки демонстрировали свои акустические системы совместно с ним.

Обновлённый усилитель *PA-20* (**фото 6 на 2-й с. обложки**) обеспечивает невероятную точность передачи музыкального материала. Для этого в нём применён ряд специальных конструкторских приёмов: исключены тепловые искажения в активных и пассивных элементах, минимизированы фазовые искажения за счёт применения только одного каскада усиления по напряжению. В конструкции полностью исключены конденсаторы из тракта прохождения сигнала, режим работы выходного каскада стабилизирован статически и динамически, минимизированы искажения сложного сигнала, в том числе от сигнала, приходящего от акустических систем.

Кроме того, усилитель обладает богатым набором функций, делающим его эксплуатацию очень удобной. Лично мне понравились индикаторы усилителя. На самом деле это не стрелочные индикаторы, как может показаться на фото, а два цветных жидкокристаллических монитора, на которые выводится множество полезной информации. Их режим работы и внешний вид можно переключать как с пульта дистанционного управления, так и с помощью восьми кнопок с подсветкой, расположенных над и под мониторами. Но даже имитируя красивые стрелочные индикаторы, мониторы выполняют свою основную функцию — информируют пользователя о настройках, режимах работы усилителя, а также об условиях эксплуатации, например, о превышении температуры в корпусе или недопустимом изменении напряжения питающей сети.



Фото 7

На сегодняшней выставке была показана новая, уже четвёртая версия усилителя. Из главных отличий можно отметить применение в качестве усилителя напряжения специальной заказной микросборки. Это позволило повысить качество звучания и улучшить повторяемость параметров в производстве. Кроме того, стало возможным отказаться от интегратора, поддерживающего нулевой потенциал на выходе усилителя, но несколько снижающего качество

на самых нижних частотах. В новом варианте применено термостатирование микросборки при температуре, равной 70 °С.

Очень интересный экспонат представила **Лаборатория APSON** Александра Сырицо. Он более пятидесяти лет профессионально занимается звукотехникой и с давних пор активно сотрудничает с журналом "Радио", публикуя свои разработки. Поэтому вдумчивый читатель журнала найдёт в нём идеи и схемы, составившие значительную часть представленной на выставке системы *CAPELLA 5* (**фото 8 на 2-й с. обложки**).

CAPELLA 5 — это очень интересная и своеобразная трёхполосная активная акустическая система. Выше уже отмечены преимущества активной акустики, и здесь они использованы в полной мере. Начнём с того, что система выполнена по схеме "триампинг" — в каждом из стереоканалов работают три усилителя, каждый в своей полосе частот. Все усилители по-разному обеспечивают наилучшее воспроизведение в соответствии с особенностями динамических головок для низких, средних и высоких частот. В полосе СЧ УМЗЧ выполнен как источник тока, управляемый напряжением (ИТУН). Его выходное сопротивление — 50 кОм, поэтому СЧ-головка управляется током. При этом заметно снижаются интермодуляционные искажения, в результате обеспечивается наиболее натуральный звук. Особенности схемотехники такого УМЗЧ описаны в [3, 4].

Из всех экспонатов, представленных на выставке, это единственная АС, в которой в полосе НЧ применена электроакустическая обратная связь (ЭАОС). Её применение позволяет не только расширить частотную полосу до 30 и даже 20 Гц, но и снизить все виды нелинейных искажений. В этом случае ЭАОС контролирует не напряжение, поступающее на головку, как в обычных усилителях с общей ООС, а непосредственно акустический сигнал, излучаемый громкоговорителем. Для этого используется специальный микрофон, установленный вблизи диффузора НЧ-головки. Принцип действия ЭАОС и методика конструирования усилителя для работы с ней приведены в [5]. В полосе ВЧ используется ленточная высокочастотная головка, высоколинейная и практически безынерционная. Каждая из головок АС работает в своём оптимальном акустическом оформлении.

Тщательно разработанная и изготовленная электроника (**фото 9 на 2-й с. обложки**), высококачественные компоненты, продуманное сопряжение усилителей с громкоговорителями создали совершенно новый качественный уровень звуковоспроизведения. Звуковая картина воспринимается совершенно цельной, не разбитой на некие частотные полосы. В результате Александр Петрович мог позволить себе демонстрацию звучания своей АС во многих музыкальных жанрах. И каждый раз звук получался слитным, чётким, создавался цельный звуковой образ, что говорит о высочайшем качестве этого комплекса.

Грандмастер отечественной акустики Сергей Давыдович Бать и Виктор Луханин (**Лаборатория Бать С. Д.**) представили две акустические системы — *Symphony* и *Symphony Grand* (**фото 10 на 2-й с. обложки**).

Акустическая система *"Symphony"* (она меньше по размерам) участвовала и в предыдущей выставке, получив высочайшие оценки как посетителей, так и самих участников. Монументальную систему *"Symphony Grand"* можно считать новинкой — в ней используются другие динамические головки и настроены они совершенно по-другому. В обеих АС полосовые головки размещены симметрично относительно высокочастотной (по схеме d'Appolito). Такое размещение головок улучшает равномерность АЧХ на средних частотах (самых важных для воспроизведения), расширяет диаграмму направленности по горизонтали, благодаря чему заметно расширяется оптимальная зона прослушивания. В Grand'ах применены другие, более сложные динамические головки, причём ВЧ-головка имеет очень лёгкий и сверхжёсткий диффузор из бериллия. Визуально эта АС достаточно громоздка, но такое решение имеет очень важный акустический смысл: оно заметно ослабляет интерференцию и возникновение стоячих волн в помещении, где производится прослушивание, при отражениях пол — потолок. А это один из наиболее неприятных видов отражений. В результате достигается большая равномерность звучания на низких частотах, так что в любом месте обеспечивается комфортное прослушивание.

Сколько я ни сравнивал эти две АС между собой, но так и не смог отдать предпочтение ни одной из них. Обе они звучат просто идеально! Но всё же мне показалось, что Grand'ы лучше передают "фундаментальную" музыку больших ансамблей. Для камерной и более лёгкой музыки лучше подходят менее габаритные Symphony.

Лаборатория Георгия Крылова не нуждается в специальном представлении. Его акустические системы давно и прочно занимают почётные места по качеству звучания. В основу этого положены тщательный подбор динамических головок, их акустическое оформление, конструкция и подбор компонентов фильтров, а также тщательная настройка АС в целом. На выставке были представлены большая напольная АС и скромная, на первый взгляд, полочная (**фото 11**).

В напольной АС полоса НЧ воспроизводится восьмидюймовыми головками Dayton Audio: две головки, расположенные на значительном расстоянии друг от друга, снижают влияние отражений пол — потолок помещения и делают более равномерным распределение низких частот по помещению. СЧ—ВЧ секция выполнена по схеме d'Appolito, что значительно расширяет диаграмму направленности в горизонтальной плоскости. В качестве ВЧ-головки использован излучатель Хейла, имеющий высокую отдачу, широкую частотную полосу, малые искажения и быстрое затухание переходных процессов. Его звучание отличается чистотой и прозрачностью.


Фото 11

Небольшая полочная АС на вид выглядит весьма скромно, но несмотря на небольшие размеры, она обеспечивает весьма приятное и слитное звучание с достаточным уровнем баса.

ООО Viawave Audio Дмитрия Малиновского (на **фото 12** справа) представило производимые предприятием ленточные ВЧ-головки *RT850*, а также новую модель — головку *GRT145*.

Преимущества ленточной головки в том, что в мембране не возникает зонного режима работы, она излучает звук всей поверхностью, а сама лента является практически невесомым излучателем, её масса сопоставима с массой прилегающего воздуха. В результате ленточная головка имеет очень широкую полосу воспроизводимых частот и может воспроизвести тончайшие звуковые нюансы, что придаёт звуку необычайную реалистичность. С другой стороны, производство ленточных головок — тонкий и сложный процесс. И очень приятно, что отечественные головки не только разрабатываются и производятся в России, но и обладают пре-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

красными параметрами, поэтому их можно встретить в ряде акустических систем, представленных на выставке.

Головка *RT850* имеет номинальную мощность 12 Вт (до 100 Вт при ограничении полосы частот фильтром ВЧ) и полосу воспроизводимых частот 3...30 кГц. В новейшей ленточной головке *GRT145* впервые в мировой практике применена разработанная компанией **Viawave Audio** технология герметизации зазора между лентой и полюсами магнитов. Применение этой технологии позволило радикально снизить нелинейные искажения твитера и расширить его рабочую полосу частот вниз, сохранив присущую ленточным излучателям прозрачность звучания.


Фото 12

ООО Эридан Аудио продемонстрировало звуковоспроизводящую систему, состоящую из трёхполосной АС *Capella* и гибридного усилителя мощности *Universe* без ООС (**фото 13**).

В АС применяется динамическая НЧ-головка для профессионального оборудования, обеспечивающая плотный и быстрый бас. В полосе СЧ используется доработанная широкополосная головка 4А-28. В полосе ВЧ также используется профессиональная головка, обеспечивающая чёткое и достоверное звучание. Кроме того, в АС применён оригинальный кроссовер, позволяющий обеспечить правильное согласование динамических головок по фазе. Вследствие сверхжёсткой конструкции корпуса исключены нежелательные резонансы, окрашивающие звучание.

В гибридном усилителе *Universe* усилитель напряжения выполнен на лампах, а усилитель тока — на транзисторах. В результате получился мощный и быстрый усилитель, сочетающий мягкий ламповый звук с отсутствием выходного трансформатора и хорошим демпфированием акустических систем.

В результате получился хороший сбалансированный звук с чёткой панорамой и глубиной сцены. После прослушивания системы в зале "Эксклюзив" я даже не поверил, что сигналы в полосе средних частот воспроизводятся доработанной старой отечественной головкой. Отличный звук оказался для меня приятной неожиданностью. На мой взгляд, по качеству звучания эту систему можно поставить в один ряд с лидерами выставки.

Арт-студия NewArtVinyl стала главным продолжателем традиций аналогового звука на выставке и представляет широкий спектр продукции, связанной с воспроизведением виниловых дисков грамзаписи. Здесь было всё, что нужно: множество проигрывателей, разные тонармы, усилители-корректоры. Продукция отличается безупречным дизайном и прекрасным изготовлением даже в самых тонких нюансах, что не удивительно, когда в основателях студии есть не только инженер, но и художник.

Из проигрывателей была представлена модель прошлого года *SoundStream Carbon*. Его стол выполнен из акрила и ДСП, что способствует хорошему поглощению вибраций. Диск массой целых 5 кг изготовлен из акрила, этот материал хорошо поглощает вибрацию и нежелательные резонансы, а большая масса диска позволяет существенно снизить детонацию. Проигрыватель оснащён статически сбалансированным тонармом *Jelco SA-750* S-образной формы с масляным демпфированием. Самый красивый проигрыватель — старший в линейке *BlackCrystal* **(фото 14 на 2-й с. обложки)**. Он изготовлен полностью из акрила, снабжён двигателем с высоким крутящим моментом, а главное, на него можно одновременно установить два тонарма. Поскольку большинство головок звукоснимателей имеют жанровые предпочтения, то, имея одновременно два тонарма с двумя головками, можно выбирать ту из них, которая боль-


Фото 13


Фото 16

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ше подходит. Новинка выставки — проигрыватель *MiniCrystal*, младший брат *BlackCrystal*'а. Не теряя в качестве, он доступнее по цене и имеет большие возможности для развития.

Ещё одна новинка студии — тонарм *BlackBird Carbon "Чёрный аист"*. Это собственная разработка студии. 12-дюймовый тонарм выполнен по принципу Gimbal. Вертикальные и горизонтальные подшипники тонарма изготовлены с высокой точностью. Трубка из углеволокна обладает малой массой, хорошими антирезонансными свойствами, высокой прочностью на кручение и изгиб. Материалы — алюминий, карбон, сталь, золочёная латунь, тефлон.

Лаборатория AST представила прототип высококачественного транзисторного УМЗЧ со встроенным ЦАП *AST mkII* **(фото 15 на 2-й с.обложки)**.

Объединение ЦАП AD1853 с УМЗЧ в единое устройство исключает влияние межблочных кабелей и помех, что позволяет в полной мере раскрыть все возможности цифровой фонограммы. В усилителе используются исключительно полевые транзисторы, гораздо более линейные, чем биполярные. В результате получилась высокая линейность сигнала, чёткий и верный звук. Этому способствуют широкая частотная полоса от 3 Гц до 1 МГц и скорость нарастания выходного напряжения до 500 В/мкс. Выходная мощность усилителя — 50 Вт на канал.

Лаборатория Dorius представила две новые акустические системы: напольную *DX5-2* и полочную *F1* (**фото 16**).

Обе АС имеют одинаковое и редкое акустическое оформление — многокамерный акустический трансформатор. Это нечто среднее между рупором и "трансмиссионной линией", ближе к секционированному рупору. Такое оформление увеличивает отдачу НЧ-головки и позволяет получить хороший и глубокий бас от головки небольшого размера с лёгким и быстрым диффузором. И действительно, даже небольшая полочная АС создавала бас достаточно глубокий, мощный и артикулированный.



Фото 17



Фото 18

Студия реставрации фонограмм FreeTop (**фото 17**) занимается реставрацией фонограмм (с виниловых и компакт-дисков), возвращающая их в исходное домастеринговое состояние, декларируя эффект "живого присутствия".

К сожалению, многие современные переиздания старых записей на компакт-дисках проходят через новый мастеринг, "заточенный" под музыкальные центры, вводя компрессирование и частотную коррекцию спектра. Ведь старые записи на магнитных лентах и виниловых дисках утрачивают своё качество при длительном хранении и эксплуатации. Студия восстанавливает яркое и живое звучание как старых фонограмм, так и новых переизданий. Для выполнения этих работ используют цифровые аудиостанции на платформах PC и MAC, а также самое современное профессиональное программное обеспечение.

Изделия **Студии SoundArt** Алексея Петрушевского — это акустические системы, широко использующие головки BMR и построенные с использованием принципов технологии "Торнадо" (**фото 18**).

Головки BMR — это новая разработка динамических головок с плоским диффузором и упорядоченным зонным режимом работы. Они отличаются хорошим качеством звучания и очень широким частотным диапазоном. Новинки этой экспозиции — напольные АС, выполненные на гибридных головках BMR *TectonicElements TEBM 65C20F-8* и *Tectonic Elements TEBM 35C10-4*. АС представляют собой двухполосный линейный массив с разделением полос на частоте 1 кГц. Блок НЧ состоит из четырёх головок диаметром 3,5 дюйма и выполнен в виде акустического оформления "Торнадо". Блок ВЧ также состоит из четырёх головок диаметром 1,5 дюйма, акустическое оформление — закрытый ящик. Полоса эффективно воспроизводимых частот — 50...20000 Гц, максимальная мощность — 180 Вт.

Прослушивание показало, что трёхдюймовые малютки выдают неожиданно много баса, а вся акустическая система строит очень чёткую и достоверную стереопанораму.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мухамедзянов Н.** Групповое Время Задержки. — URL: **http://reanimator-h.narod.ru/group_delay.htm** (18.12.2017).

2. **Рогов И.** Оптимизация тока покоя выходного каскада на полевых транзисторах. — Радио, 2016, № 9, с. 11—15.

3. **Сырицо А.** Особенности УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением. — Радио, 2002, № 7, с. 15—18.

4. **Сырицо А.** Особенности использования УМЗЧ-ИТ с динамическими громкоговорителями. — Радио, 2009, № 10, с. 13—16.

5. **Сырицо А.** Применение электроакустической обратной связи в активных АС. — Радио, 2015, № 7, с. 12—16.

Фото Ю. Лиховола, В. Мусияки, И. Рогова

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



О параметрах и стандартах в электроакустике

А. ГАЙДАРОВ, г. Москва

Автор, бывший во времена СССР одним из активных разработчиков и организаторов исследований и производства новых моделей электроакустической аппаратуры, делится воспоминаниями о фактах и парадоксах отечественной промышленности времён СССР, разрабатывавшей и выпускавшей аппаратуру звуковоспроизведения, в частности, акустические системы.

В век информационных технологий невозможно даже предположить наличие сколько-нибудь значительных проблем в представлениях столь развитой дисциплины, как электроакустика, не говоря уже об их фундаментальности. Однако подобный стереотип представлений можно считать верным, только если у инженеров — создателей технических устройств, синтезирующих новые совокупности потребительских свойств, не возникает принципиальных проблем. И если неожиданно обнаруживается, что неразрешимость проблем использования научного багажа обусловлена системными недостатками в привычных представлениях не только данной дисциплины, но и упущениями общей стратегии всего научного подхода, то появляется смысл рассмотреть их подробнее, да и глубже. А при выявлении достаточных оснований — провести глубокую ревизию, вплоть до первооснов, намечая пути заранее неочевидных альтернативных интерпретаций отдельных наблюдений, не подтверждающих положения действующей теории.

Об истоках и особенностях электроакустики

Электроакустика — это весьма своеобразная научно-техническая дисциплина, стремящаяся дать людям возможность наиболее полноценного общения через время и расстояния с помощью технических средств. Как подраздел информационных технологий, она совершенно уникальна по своей задаче бескомпромиссного совмещения научно-технических средств с эстетикой и эргономичностью звучания. Научная основа этой техники призвана служить сразу двум господам: как рационально-прагматическим задачам обеспечения полноты передачи информации, так и созданию условий для виртуального присутствия субъектов восприятия на сцене при воплощении неповторимых образцов вокального, драматического и инструментального искусства.

Восприятие всего комплекса неповторимых нюансов эмоционального содержания воспроизводимой информации обеспечивается неискажённой передачей индивидуальных распознавательных информационных признаков воссоздаваемых сигналов при их воспроизведении, осуществляемом в другом месте и (или) в другое время. Перенос всей совокупности индивидуальных распознавательных информационных признаков реальных сигналов с их реальной пространственно-временной динамикой представляется весьма непростой совокупностью теоретических основ и прикладных инженерно-технических задач. Поэтому естественно, что на начальном этапе развития представлений о связи потребительского качества электроакустических трактов, воспринимаемого через субъективные ощущения, с их объективными техническими параметрами, измеряемыми с помощью приборов, исследователи пытались расчленить комплексную задачу на более мелкие составные части. А сами эти части они пытались интерпретировать в рамках уже существующих понятий на свойственном им языке понятий и представлений о взаимосвязях воспринимаемого качества преобразования с техническими параметрами устройств.

Такая тактика изначально предполагала, что по мере детализации причинно-следственных связей комплекса потребительских качеств с техническими параметрами проявится жёсткая корреляция объективных параметров качества аппаратуры с их субъективными потребительскими свойствами, описываемыми различными терминами принципиально разных языков (тезаурусов). Тем самым исследователи стремились к сведению терминологий этих языков, хотя бы к близким аналогиям, вплоть до синонимичности, а лучше — к полной тождественности.

Надежда исследователей состояла в том, что если имеющийся аппарат окажется недостаточным, то исходные упрощения и допущения сами проявят свою ограниченность эффективности через выявляющиеся систематические "промахи" мимо тщательно рассчитанных целей. Это неизбежно приведёт к очередной ревизии концепции подхода, уточнению исходных допущений и основ и к следующему витку прогресса теоретических представлений отраслевой дисциплины, удостоверенного её практическими результатами.

Такая тактика развития представлений в условиях недостатка информации о взаимосвязях используемых физических явлений естественна, продуктивна и не имеет сколь-нибудь надёжной замены. Но она обязательно предполагает непредвзятую оценку результативности использования имеющегося арсенала теоретических воззрений в их инженерно-прикладном виде, что возможно только при тесном взаимодействии теоретиков с практиками.

Бывает, что такое взаимодействие затруднено или вообще невозможно, к примеру, вследствие векового разрыва становления основ теории и гораздо более позднего появления практических результатов, трудно понимаемых с позиций этих основ. В таких случаях ситуация требует глубокой ревизии первооснов стратегии подхода и их радикального переосмысления. Теория акустики, разработанная Релеем (J. W. Strutt) и дополненная Е. Скучиком, успела стать канонической, декларируя свою самодостаточность и исчерпывающие возможности для всех инженерных приложений. Пытливым читателям предоставляется возможность самим ознакомиться с их весьма обширным и не менее сложным наследием.

Защита первооснов существующей теории и передача их новому поколению инженеров фактически возложены на преподавательский состав профильных ВУЗов. Но преподаватели, "здоровый консерватизм" и дисциплина которых вынуждают их действовать в рамках сертифицированных учебников, поневоле становятся заложниками системы, не имея ни морального, ни научного права проявлять сомнения в основах преподаваемого материала, считающихся заведомо верными, безальтернативными и исчерпывающе достаточными для решения всех принципиальных научно-теоретических аспектов проблематики. Таким образом, возникает разнонаправленность устремлений участвующих сторон: расширение эрудиции новых кадров в заведомо консервативных рамках препятствует инновационному переосмыслению и дальнейшему развитию основ представлений, даже если они и демонстрируют свою недостаточность.

Поэтому к 80-м годам прошлого века в отрасли сложилась патовая ситуация: преподаватели ВУЗов не могли отойти от закостеневших теоретических канонов, а у инженерно-научных кадров отраслевых НИИ в СССР (ВНИИРПА, НИКФИ, ВНИИТР и др.) не было паритетного положения в научном мире, целевой устремлённости и иных предпосылок и возможностей для квалифицированной ревизии фундаментальных основ этих дисциплин. Всё это посте-

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2018

пенно привело к научно-технической стагнации: накоплению неразрешимых проблем при вынужденном представлении желаемого за действительное, к умолчанию неудач и уходу от их обсуждения по существу. Из-за такой двойственности оценки ситуации технические проблемы, которые должны исчерпывающе решаться расчётным путём, вдруг начинали представляться искусством избранных неповторимых гениев, разрабатывающих свои неповторимые произведения категории High End.

И в нынешнее время гениальных интерпретаторов причин неудач конкурентов становится много, причём каждый из них пытается гласно претендовать на собственную оригинальность трактовки преобразуемого информационного содержания, забывая о категорическом императиве исходной задачи — обеспечить в звучании неотличимость копии от оригинала.

В силу указанных причин, вопросы качества звуковоспроизведения продолжают увлекать не только инженеров — создателей техники воспроизведения, но и исследователей полного внутреннего (сакрального!) содержательного смысла регистрируемых и воспроизводимых сигналов, да и самого понятия информации.

Электроакустика считается заведомо полной и совершенно достаточной для решения всех отраслевых инженерных задач на неопределённое время вперёд. Но так ли это на самом деле? Чтобы разобраться с этой скрытой двойственностью представлений в актуальнейшей отраслевой научно-технической дисциплине, ставшей символом и синонимом отличий XXI века, следует обратиться к истории становления её научных основ. Нужно сверить их с результатами инженерных применений в практике создания рукотворной техники с нужными нам потребительскими свойствами.

Электроакустика — относительно молодая наука, но её основы восходят к акустике, являющейся одной из древнейших наук, отчётливо выделивших себя в отдельную дисциплину из общего естествознания, называвшегося тогда натурфилософией. Известнейшие натурфилософы и естествоиспытатели доисторических времён особо выделяли её как удобную для анализа сферу исследований, полигон развития и витрину достижений разума [1]. И позже, вплоть до новейших времён, даже самые выдающиеся физики считали вполне достойным для себя делом решение проблем акустики и её преемницы — электроакустики [2]. Увлекательные идеи гармонии сфер, кажущиеся нам современными откровениями, на самом деле теряются в веках, вновь и вновь всплывая в умах всё новых поколений, интригуя их своей рациональностью, красотой и совершенством математической симметрии формул. Древние науки, приобретая математическую строгость и становясь "точными", уяснили, что областью их приложения являются только обязательные, объективные закономерности, свойственные в первую очередь неживой природе. По определению, объективные закономерности независимы от момента времени и от места проведения наблюдений, как и от субъективных особенностей личности конкретного наблюдателя.

"Настоящая наука начинается с повторяемости проявлений", для которых созданы достаточные условия в виде совокупности существенных отличительных признаков, необходимых и достаточных для проявления закономерности рассматриваемого явления. Периодичность крайне привлекательна для исследователей, особенно на ранних этапах научного анализа, при отсутствии альтернативы применению недавно появившегося и необычайно перспективного Фурье-анализа [3]. Хотя некоторые выдающиеся физики и даже преподаватели ВТУЗов обоснованно предостерегали теоретиков от заманчивого стремления мыслить "синусоидами" [4, 5].

В силу этой совокупности исторически сложившихся обстоятельств и факторов, современные основы представлений акустики об отличительных признаках информационных сигналов и поныне базируются на слуховом законе Ома, считающемся "доказанным" резонансной теорией слуха Гельмгольца. Эта теория провозгласила, что "слух является гармоническим анализатором спектра и не чувствует фазовых сдвигов гармоник". Поэтому в современной электроакустике метрология и стандартизация используют спектральные представления в виде Фурье-представления периодических сигналов через ряды гармоник.

Как новинки пробивались к потребителю

Анализируя любую историю, а тем более развития основ представлений, невозможно полностью отвлечься от личных качеств людей, участвующих в ней, как и от исторических условий, сопровождавших эту эволюцию представлений в конкретной научно-технической проблематике. Это ведь тоже условия проявлений закономерностей, хотя и не физических, а социально-исторических. В нашей стране проблемами воспроизведения звука занимался широкий круг научных и научно-исследовательских организаций и исследователей, среди которых особую роль играли МЭИС, а ныне МТУСИ (И. Е. Горон, И. Г. Дрейзен, В. В. Фурдуев, В. А. Нюренберг, М. А Сапожков, В. И. Шоров, Ю. А. Ковалгин, Ф. П. Ефимов, Д. Г. Свобода), ВНИИРПА им. А. С. Попова (И. А. Алдошина, А. Г. Войшвилло, В. Б. Бревдо, В. К. Йофе, Р. В. Домбровский, М. Л. Попова и др.), АКИН (М. М. Эфрусси, А. В. Римский-Корсаков и др.), НИКФИ (Б. Г. Белкин, О. А. Салтыков, Л. В. Шитов, Э. А. Виноградова, Н. В. Ковалевская), ВНИИТР (А. С. Городников, М. Ю. Ланэ), Рижское объединение "Радиотехника" (Р. П. Керно, А. Г. Греппер) [6—13]. Некоторые из упомянутых персон — разработчики лучших прорывных оригинальных образцов громкоговорителей, ставших вехами в истории отечественной электроакустики и её техники.

В силу приоритетности задач массовой радиофикации и обороны, как и изолированности страны от мировых достижений в культурно-бытовой сфере, разработки аппаратуры высококачественного звучания долгое время велись исключительно по остаточному принципу. При этом ориентировались на высококачественные зарубежные образцы и допускали их копирование только в общественно значимых и незаменимых сферах применения: в звукорежиссёрской и кинотеатральной электроакустике [14]. Бытовой техникой, по существу, занимались только инициативные подвижники, действующие по призванию, зачастую преодолевая инертное сопротивление административной системы: В. И. Шоров, А. М. Лихницкий, А. П. Сырицо, А. В. Виноградов, М. С. Жагирновский, Н. Е. Сухов, В. В. Колосов, С. Д. Бать, В. М. Шушурин, А. А. Луковников, А. Н. Девиченский, А. Ф. Касаткин, И. А. Фельдман...

Существенные подвижки в приоритетных целях развития, как и соответствующее изменение ситуации, произошли только в годы, когда страна добилась военного паритета, заметных успехов в космосе, микроэлектронике и в других сферах. Для повышения международного статуса страны и демонстрации повышения уровня благосостояния населения нужны были показательные достижения и в сфере бытовой высококачественной наукоёмкой техники. Для этого в оборонных отраслях страны, где были сосредоточены наиболее квалифицированные интеллектуальные силы, были образованы центры разработки бытовой высококачественной аппаратуры: КБ "Искра" и КБ "Орбита" в Министерстве промышленности средств связи (МПСС), Специальное конструкторское бюро бытовой радиоаппаратуры (СКБ БРА, г. Львов) в Министерстве радиопромышленности (МРП), Центральное рекламно-коммерческое объединение (ЦКРО) "Электроника" в Министерстве электронной промышленности (МЭП) и др.

Острая конкуренция отраслевых министерств, которой при плановом хозяйстве не должно было быть вообще, дополнительно обострялась из-за расположения их Главных научно-технических управлений (ГНТУ) на разных этажах общего здания в Китайском проезде в центре Москвы. Особо выделялись организационные способности и дальновидность Валентина Михайловича Пролейко, заместителя министра и начальника Главного научно-технического управления (ГНТУ) МЭП. Именно он инициировал создание министерской программы "Стереофония", давшей стране первые электромагнитные головки звукоснимателей, сверхтихоходные и прямоприводные двигатели электрофонов, катушечные магнитофоны высшего класса с долговечными головками, современные магнитные материалы (вплоть до самарий-кобальтовых), высококачественные конденсаторы, алюминиевый провод для звуковых катушек высокоэффективных головок громкоговорителей и многое другое. В. М. Пролейко вовлёк и автора этой статьи в программу "Стереофо-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ния", а позже по результатам деятельности назначил главным конструктором отрасли по направлению "Акустика".

При всей декларативной важности кампании по разработке престижной техники двойного назначения и несмотря на бурное повышение спроса на высококачественную бытовую технику, тематические отделы министерств, распоряжающиеся финансовыми средствами, считали единственно возможным слепое повторение зарубежных достижений, вплоть до закупки передовых технологий, не видя никакого смысла в научных исследованиях, тем более поисковых, не говоря уже о фундаментальных проблемах электроакустики. Огромного труда стоило доказать чиновнику со средним специальным образованием, куратору планового отдела ведущего главка МЭП, необходимость поисковой НИР по среднечастотной головке с тонкоплёночной мембраной и распределённой звуковой катушкой. А первые в стране акустические системы "Электроника 100АС-060" с металлическими диффузорами, обеспечивающими непревзойдённую линейность, стабильность, надёжность и теоретически идеальный поршневой режим работы всех головок, появились в результате неожиданно острой конкурентной борьбы за копирование и творческое переосмысление перспективной зарубежной АС "Fisher STE 1200". Прототип этой АС впервые был представлен группой американских и японских компаний на выставке в Осаке в 1979 г. и стал предметом острейшего интереса сразу трёх наиболее наукоёмких и высокотехнологичных министерств оборонного пула (МРП, МПСС и МЭП).

Параметры и звучание этой модели АС, как и заложенные в ней оригинальные технические и технологические решения, были признаны образцовыми и стали перспективными рубежами развития направления в мире на ближайшие 10—15 лет. Службы технической разведки этих министерств, действуя независимо и сохраняя эти действия как коммерческую тайну, закупили образцы этой техники в количестве, достаточном для их подробного изучения, использования в качестве образцов при сравнении качества звучания, а также для повторения, освоения и выпуска на отечественный рынок. Однако простое повторение оказалось для большинства их участников этой эпопеи просто невозможным, так как повторить можно только освоенное, а не новейшие запатентованные достижения японских и американских микроэлектронных технологий.

Достаточно яркой иллюстрацией справедливости именно такого фактического положения вещей явилось то, что первые, весьма далёкие от копируемых аналогов образцы металлопористых диффузоров для головного по акустике в стране института МПСС — ВНИИРПА им. А. С. Попова были получены только в Зеленограде, в Московском институте электронных технологий (МИЭТ), подведомственном МЭП. Полномасштабное решение всего комплекса возникших задач оказалось по силам только соответствующим специалистам, причём не инженерно-технического прикладного назначения, а общефизического исследовательского уров-



"Электроника 100АС-060"

ня из отдела физико-технических исследований, специально созданного для решения инновационных задач прорывного уровня и руководимого директором института ведущего научно-производственного объединения первого главка МЭП В. А. Афанасьевым. Неоценимая помощь Главному конструктору отрасли в метрологических исследованиях и понимании заложенных идей была оказана В. И. Шоровым в МТУСИ, О. А. Салтыковым в НИКФИ, Б. В. Чернышовым и В. В. Наумовой в АКИН, И. А. Алдошиной во ВНИИРПА, В. Л. Гринфельдом в КБ "Искра" и многими другими разработчиками.

Системы, разработка которых потребовала разгадки и создания множества "ноу-хау", кроме официального бытового применения, широко использовались в кают-компаниях боевых кораблей и подводных лодок, в комнатах релаксации дежурного персонала оборонных и силовых ведомств, в современной медицине и рекреации и многих иных неофициальных приложениях. Разработчик консультировал создателей "Бурана" и других объектов с предельно особенными и жёсткими требованиями к акустике, а созданные в процессе освоения высокочастотные головки с рекордным КПД в ультразвуковом диапазоне нашли применение и в охранных устройствах от грызунов и в системах негласного наблюдения и воздействия на биологические объекты.

О стандартизации параметров акустических систем

Изменение отношения к качеству звуковоспроизведения потребовало форсированного преодоления разночтений с мировыми стандартами: общетехническими, метрологическими и терминологическими, причём в первую очередь для акустической аппаратуры общественно-культурного назначения. Поэтому представлять страну в международных органах стандартизации стал НИКФИ. Уникальный организатор ежегодных всесоюзных школ по электроакустике "ЭЛА" в 1980—1991 гг. Б. Г. Белкин, став секретарём 82-го комитета МЭК "Аудиовизуальные системы", привлёк к работе активных молодых разработчиков. Этому включению в члены советской части Международной электротехнической комиссии (СовМЭК) и автора статьи, ставшего к тому времени основным оппонентом для ведущего министерства (МПСС) по стандартизации в электроакустике, предшествовала результативность многолетних острейших дебатов по выведению из отечественных стандартов на бытовую акустику параметра "номинальная мощность".

УДК 621.396.001.4:006.354 Группа Э39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Методы измерения электроакустических параметров

Loudspeakers. Methods of measuring electroacoustic parameters

ГОСТ 16122–87

ОКСТУ 6586

Срок действия с 01.01.89
до 01.01.94

Учитывая несомненную системную важность этой истории борьбы разработчиков с профессиональными стандартизаторами техники общего назначения, как и запутанность проблематики, имеет смысл остановиться на её сути подробнее.

Этот пресловутый параметр, количественное значение которого стояло первым в названиях любой модели отечественного громкоговорителя, вполне логично представлялся неискушённым потребителям главным совокупным мерилом его качества. Но к тому времени это мерило качества ни по какому из своих существенных отличительных признаков, заложенных в его определение и функциональное предназначение, совершенно не соответствовало ни собственному опреде-

лению, ни прикладному смыслу этого параметра.

И в самом деле, исходное определение этого параметра в стандартах сложилось в те давние годы начала двадцатого века, когда усилитель и громкоговоритель были нерасчленимыми узлами взаимосогласованного тракта радиоприёмника или радиолы. Номинальная мощность громкоговорителя — это по определению [15, 16] "выходная электрическая мощность, ограниченная возникновением нелинейных искажений, превышающих заданное значение, и длительно выдерживаемая трактом без тепловых и механических разрушений (необратимых ухудшений функциональных параметров)". К тому же, согласно базовым представлениям стандартов, любой номинальный параметр — это не измеряемое индивидуальное объективное качество данного предмета измерений, а стандартизованное, унифицированное условие замера его других параметров, не являющихся номинальными [15, 16]. Поэтому номинальная мощность громкоговорителей и усилителей никогда не измеряется ни как мощность, ни как свойство конкретного объекта измерений. Она выбирается из унифицированного стандартами ряда целочисленных значений [17].

Удивительно при этом, как унифицированное условие измерения свойств конкретного объекта может служить главным показателем его потребительского качества, подразумевающего соответствующее или пропорциональное количество неискажённого полезного продукта — звука? Ведь согласно стандартам, действовавшим в стране, название каждого громкоговорителя начиналось именно с этой мощности! Но на выходе громкоговорителей никогда не было и не будет электрической выходной мощности! И её нельзя заменить входной, превращая такой основополагающий функциональный недостаток электроакустического преобразователя, как мизерность коэффициента полезного действия (КПД), в их кажущееся преимущество, демонстрируя его потребителю в первую очередь как главное достоинство. КПД бытовых громкоговорителей разных габаритов и в различном акустическом оформлении может различаться весьма существенно — в сотню раз и даже более!

Например, малогабаритные широкополосные акустические системы мультимедийного назначения, как правило, имеют характеристическую чувствительность около 80...82 дБ/Вт/м, а у рупорных акустических систем этот параметр в среднем 100...104 дБ/Вт/м и может достигать значений в 114 дБ/Вт/м. Разница в 20 дБ для характеристической чувствительности громкоговорителей соответствует различию мощности в 100 раз. Таким образом, при той же мощности, подаваемой от усилителя с напряжением, соответствующим этой мощности через номинальное сопротивление нагрузки, мощность выходного сигнала будет различаться более чем в 100 раз.

Читая значение предельной подаваемой мощности в названии акустической системы (АС) как "выносного громкоговорителя бытового назначения" [16], потребитель ожидает соответствующей пропорциональной разницы в максимальной громкости в пределах тех же искажений. Однако реальная громкость одноваттной рупорной системы может оказаться не только равной, но и большей, чем у стоваттной малогабаритной АС мультимедийного назначения.

Кроме скрытой разницы в КПД, требующей знания перевода децибел характеристической чувствительности в ватты рабочей мощности, неискушённый потребитель неизбежно сталкивается с особенностями восприятия акустических сигналов слухом. Переход с разницы самого звукового давления, непосредственно регистрируемого измерительным микрофоном в паскалях, на децибелы уровня громкости вызван учётом особенностей восприятия звуков (как и других стимулов — по закону Гаусса—Фехнера) органами чувств человека, которому, в конце концов, и предназначаются все воспроизводимые информационные сигналы с их распознавательными признаками.

Наши органы чувств воспринимают не сами физические величины воздействующих факторов, а их относительные значения. Другими словами, чтобы почувствовать разницу однотипных воздействий, отношение значений линейных параметров должно превысить относительный порог различимости. (Линейными величинами являются эффективные значения силовых физических параметров, таких как напряжение, ток, скорость, звуковое давление, входящие в формулы мощностей в квадрате или произведением двух сопряжённых величин линейных параметров.) А так как порог чувствительности к относительной громкости стимула в области максимальной разрешающей способности составляет 1,5...2 дБ, то соответствующее увеличение мощности усилителя, например: на 25 Вт, с 50 до 75 Вт, выглядящее для простого потребителя весьма внушительным, оказывается только едва заметным на слух. И это будет верным только в случае одинаковости крутизны нарастания искажений за этими условными порогами, указываемыми, кроме всего прочего, не для конкретного усилителя, а в технических условиях (ТУ) только как типовое граничное значение для всех изделий конкретной модели.

Более того, безразмерный относительный коэффициент гармонических искажений громкоговорителей измеряется совсем не при номинальной мощности, не учитывающей КПД преобразователя, а при этом стандартном эффективном значении уровня звукового давления (комфортном, антропоморфном, эргономичном, экологичном), усреднённом в наиболее критичной для слуха полосе частот. Мощность входного сигнала, необходимая для обеспечения этого стандартного уровня среднего давления, называется рабочей [16, 18, 19]. Рабочая мощность, таким образом, является обязательным и безальтернативным стандартизованным минимальным условием измерений всех параметров функционального качества громкоговорителей, хотя никаким образом не связана с номинальной.

Даже для весьма эрудированных и технически грамотных потребителей рабочая мощность не представляется заслуживающей внимания. Это ярко продемонстрировал разговор разработчиков с заместителем министра МРП, когда первые образцы акустических систем "Электроника 100АС-060" были привезены для их демонстрации на коллегии МЭП совместно с изделиями других разработчиков. Ведь чем выше КПД громкоговорителя, тем меньше его рабочая мощность. И это является показателем важнейшего качества акустических систем — его чувствительности. Так, для систем с чувствительностью более 90 дБ/Вт/м, т. е. измеренной на расстоянии 1 м в свободном поле при напряжении сигнала, соответствующем входной мощности 1 Вт, рабочая мощность для получения среднего звукового давления, соответствующего унифицированному уровню в 90 дБ, составляет менее 1 Вт! При этом она конкретна, не представляется "круглой" величиной и никакого отношения к ряду стандартных значений не имеет.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Frederick V. Hunt.** Origins in Acoustics: The Science of Sound from Antiquity to the Age of Newton. — New Haven and London, Yale university press. 1978, p. 196.

2. **Френкель В. Я., Явелов Б. Е.** Эйнштейн: изобретения и эксперимент. 2-е издание. — М.: Наука, 1990.

3. **Herviel John. Joseph Fourier:** the Man and the Physicist. — Clarendon Press, 1975.

4. **Поль Р. В.** Введение в механику и акустику. — Л.: Государственное научно-техническое издательство, 1932.

5. **Воробьёв В. И., Грибунин В. Г.** Новые информационные технологии. Теория и практика Вейвлет-преобразования. — С.-Пб. ВУС, 1999.

6. Радиовещание и электроакустика. Под редакцией Ю. А. Ковалгина. — М.: Радио и связь, 1999.

7. **Дрейзен И. Г.** Электроакустика и звуковое вещание. — М.: Связьиздат, 1961.

8. **Дрейзен И. Г.** Курс электроакустики. Часть 2. — М.: Связьиздат, 1940.

9. **Фурдуев В. В.** Акустические основы вещания. — М.: Связьиздат, 1960.

10. **Римский-Корсаков А. В.** Электроакустика. — М.: Связь, 1973.

11. **Йофе В. К.** Электроакустика. — М.: Связьиздат, 1954.

12. **Лепендин Л. Ф.** Электроакустика. — М.: Высшая школа, 1978.

13. **Сапожков М. А.** Электроакустика. — М.: Связь, 1978.

14. **Йофе В. К.** и др. Справочник по акустике. — М.: Связь, 1979.

15. Рекомендации IEC 581-7. Минимальные требования к параметрам. Часть 7. Громкоговорители, 1986.

16. ГОСТ 16122-78. Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний. Введён с 01.07.89.

17. ГОСТ 23262-83. Системы акустические. Общие технические условия. Введён с 01.07.84.

18. ГОСТ 23262-88. Системы акустические бытовые. Общие технические условия.

19. ГОСТ 24307-80. Изделия бытовой электроники. Системы акустические и громкоговорители высокой верности воспроизведения (Минимальные требования к категории "Hi-Fi"). Введён с 01.01.81.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Малогабаритная активная АС с ИИП

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Различные мобильные мультимедийные аппараты обычно обеспечивают негромкое и не совсем удовлетворительное качество звучания. Но не всегда есть возможность и необходимость подключать к ним громоздкий УМЗЧ с массивными стационарными акустическими системами. Для таких случаев можно изготовить лёгкую, компактную активную акустическую систему, которую при необходимости можно будет подключить к фотоаппарату, видеокамере, мобильному телефону, мультимедийному плейеру, планшетному компьютеру, ноутбуку.

Для питания такой АС было решено использовать готовый импульсный источник питания (ИИП) SJ-DV22A от DVD-плейера "Supra DVD-013X", но после его несложной доработки. Выходная мощность такого ИИП — около 20 Вт. Подобные DVD-плейеры в эпоху их популярности имели небольшой срок службы из-за быстрой деградации лазерной головки. Однако большинство из них имеют качественно изготовленный ИИП, надёжность которого значительно выше, чем у почти таких же современных из DVB-T2 телевизионных приставок.

На **рис. 1** показана принципиальная схема доработанного ИИП. Обозначения дополнительно установленных деталей начинаются с префикса "1". С платы блока питания удалены все элементы, относящиеся к слаботочным источникам вторичных напряжений +12 В и −12 В. Импульсный трансформатор ВТ1 выпаивают, поверх жёлтой штатной изоляции на катушку трансформатора дополнительно наматывают три слоя ПВХ изоляционной ленты. На неё наматывают дополнительную обмотку IV — 8 витков обмоточного провода 6×0,15 мм. Во время намотки старайтесь не царапать провод краями ферритового магнитопровода и следите за тем, чтобы дополнительная обмотка не попала внахлёст на выводы обмотки II (она изготовителем была намотана последней). Обмотка III ранее использовалась для получения стабилизированного напряжения +5 В. Дополнительная обмотка IV соединена последовательно с ней так, чтобы индуктивности обеих обмоток суммировались. Ошибки фазировки их подключения недопустимы. Витки дополнительной обмотки пропитывают цапонлаком или трансформаторным лаком. Затем трансформатор устанавливают на прежнее место.

Диод Шотки D11 SR306 был заменён быстродействующим высоковольтным диодом GUR460. Конденсатор C12 установлен с номинальным напряжением 25 В вместо 16 В. Конденсатор C13 установлен ёмкостью 820 мкФ на 25 В вместо 470 мкФ на 16 В. Резистор R10 установлен сопротивлением 1,94 кОм вместо прежних 10 кОм. Чем меньше сопротивление этого резистора, тем больше выходное напряжение ИИП. С указанной выше доработкой импульсного трансформатора ИИП работоспособен при выходном напряжении 10...18 В и токе нагрузки до 1 А. При напряжении сети 200 В и выходном напряжении 16,5 В уменьшение выходного напряжения начинается при превышении тока нагрузки 1,3 А. Резистор R13 сопротивлением 220 Ом заменён резистором сопротивлением 2,2 кОм, резистор R8 сопротивлением 470 Ом заменён резистором сопротивлением 1,2 кОм. На плату ИИП также были дополнительно установлены двухобмоточный дроссель 1L3 и конденсаторы 1C16, 1C17. Ненужные печатные дорожки удалены. Амплитуда напряжения пульсаций на конденсаторе C13 — около 40 мВ при токе нагрузки 1 А.

К выводам 5—8 микросхемы IC1 припаивают дополнительный медный теплоотвод площадью 2 см^2 (одна сторона). Дополнительно установлен терморезистор 1RT1 с отрицательным ТКС, который уменьшает пусковой ток ИИП, что увеличивает срок службы выключателя 1SA1, диодов D1—D4 и конденсатора C3. Конденсатор C2 ёмкостью 10 мкФ заменён конденсатором ёмкостью 22 мкФ. Керамические конденсаторы 1C14, 1C15, 1C16 припаяны со стороны печатного монтажа к выводам соответствующих оксидных конденсаторов. Керамический конденсатор C6 (ёмкость — 1000 пФ, номинальное напряжение переменного тока — 250 В, на схеме не показан) удалён. При длительной работе ИИП с выходным током 1,2 А температура микросхемы IC1 и трансформатора BT1 была около 75 °C при комнатной температуре 25 °C. Вид на монтаж доработанного источника показан на **рис. 2**,

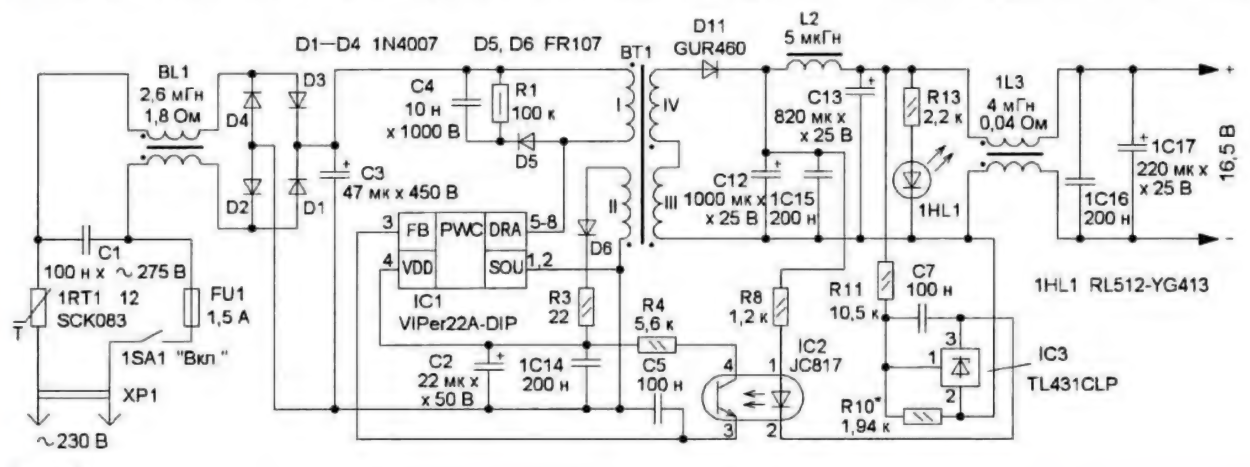


Рис. 1



Рис. 2

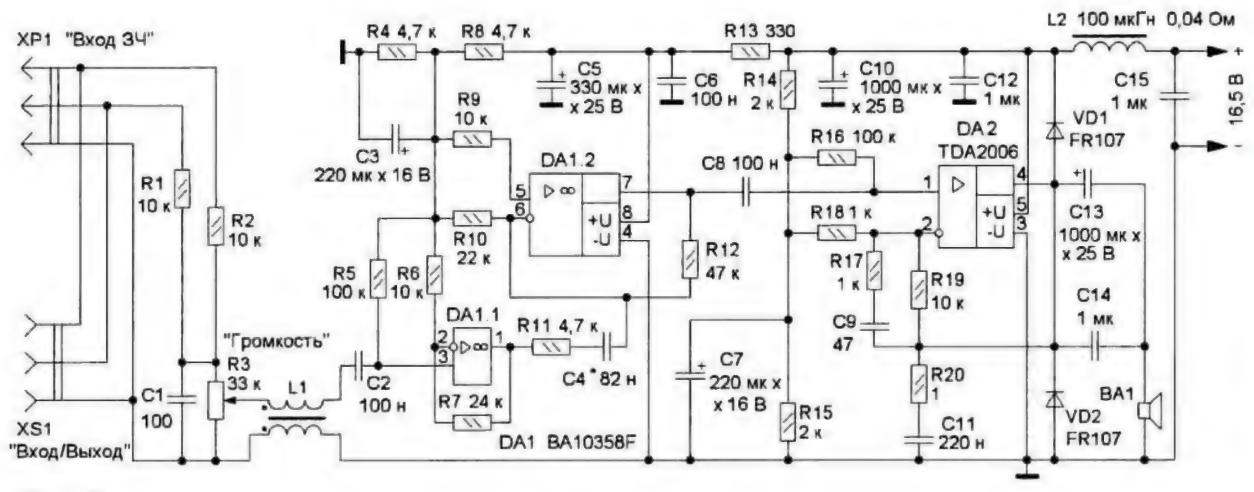


Рис. 3

размеры его платы — 44×130 мм. Дроссель 1L3 — двухобмоточный от компьютерного ATX БП, чем больше индуктивность и меньше сопротивление обмоток, тем лучше. Диод GUR460 можно заменить диодом из серий FR304—FR307, SPR300J, PR3004—PR3007, UF4004—UF4007. Светодиод — любой непрерывного свечения, например, серий L-63, КИПД36, КИПД66.

Модуль УМЗЧ изготовлен по схеме, приведённой на **рис. 3**.

Поскольку в АС применена малогабаритная динамическая головка, которая не способна эффективно воспроизводить низшие звуковые частоты, в устройстве применён активный ФВЧ. Напряжение звуковой частоты поступает на вход устройства — штекер XP1, гнездо XS1 может быть как пассивным выходом — разветвителем сигнала, так



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

и дополнительным выходом, к которому, например, можно подключить головные стереотелефоны или другой УМЗЧ. Резисторы R1, R2 — сумматор стереосигнала, регулятор громкости — резистор R3. Конденсатор C1 подавляет сигналы радиочастот. Через двухобмоточный дроссель L1 и разделительный конденсатор C2 сигнал ЗЧ поступает на вход предварительного усилителя, собранного на ОУ DA1.1. Его коэффициент усиления по напряжению зависит от соотношения сопротивлений резисторов R7 и R6. С выхода предварительного усилителя сигнал ЗЧ поступает на ФВЧ, собранный на элементах DA1.2, R11, C4, R12 и R10. При снижении частоты входного сигнала с 200 до 20 Гц амплитуда напряжения на выходе ФВЧ уменьшается в 16 раз. Микросхема DA1 получает питание через фильтр R13C5. На малой громкости ФВЧ можно отключать, для чего нужно установить дополнительный выключатель, замыкающий конденсатор C4. Выключатель подключают экранированными проводами. При замкнутом конденсаторе C4 на средней и большой громкости из-за перегрузки появляются искажения, ухудшающие разборчивость звука.

На интегральной микросхеме DA2 собран УМЧЗ, нагрузкой которого может быть динамическая головка BA1 сопротивлением 4 Ом и более. Коэффициент усиления по напряжению зависит от соотношения сопротивления резисторов R19 и R18. Демпфирующая цепь R20C11 предотвращает самовозбуждение УМЗЧ на ультразвуковых частотах. С этой же целью установлены элементы C9, R17. УМЗЧ получает питание через фильтр L2C10. В верхнем по схеме положении движка резистора R3 на частоте 1 кГц коэффициент усиления УМЗЧ по напряжению — около 200. Это сравнительно большой коэффициент усиления, позволяющий подключать устройство к любым мобильным аппаратам, имеющим низкое напряжение ЗЧ на выходе. Размах напряжения на динамической головке BA1 — 15 В. Большинство деталей УМЗЧ установлены на плате размерами 37×45 мм (**рис. 4**), монтаж — двухсторонний навесной.

Для корпуса устройства был использован разрезанный корпус размерами 64×76×150 мм от свинцово-кислотной 12 В аккумуляторной батареи для источника бесперебойного питания. Передняя стенка вырезана из полистирола толщиной 4 мм, на ней закреплены динамическая головка, выключатель питания, светодиод, гнездо XS1, дроссель L1, резисторы R1—R3. На задней стенке корпуса просверлены 44 отверстия диаметром 2,7 мм. Вид на компоновку узлов показан на **рис. 5**.

ИИП закреплён на задней стенке корпуса. К ней же клеем "Квинтол" приклеены дроссель L2 и конденсатор C15. Применён готовый дроссель, намотанный на кольцевом ферритовом магнитопроводе диаметром 18 мм (от компьютерного ATX БП), чем больше индуктивность этого дросселя и меньше сопротивление его обмотки, тем лучше. Динамическая головка — импортная широкополосная 120-C93F, сопротивление катушки — 8 Ом, мощность — 5 Вт. Размеры диффузородержателя — 50×92 мм, по его периметру клеем "88-НТ" приклеена прокладка из картона толщиной 1,5 мм, которая увеличивает расстояние от мембраны до передней стенки корпуса, предотвращая их соприкосновение. Корпус динамической головки электрически соединён с общим проводом, точка подключения — минусовый вывод конденсатора C3 (см. рис. 3). Подойдёт любая широкополосная динамическая головка с сопротивлением катушки 4...16 Ом. Поскольку магнитная система динамической головки находится близко к элементам ИИП, имеющим гальваническую связь с сетью 230 В, она изолирована плотной стеклотканью и ПВХ изоляционной лентой. Стеклоткань должна быть пропитана резиновым клеем или клеем "88-НТ".

Микросхема TDA2006 представляет собой двухтактный одноканальный УМЗЧ с двухполярным питанием ± 6...15 В и максимальной выходной мощностью 12 Вт. Через изолирующую прокладку она установлена на дюралюминиевый теплоотвод размерами 4×30×98 мм. В этой конструкции её можно заменить микросхемой A2030, L165, LM1875, OPA544, TDA2030, TDA2040, TDA2050, TDA2051, К174УН19 с любыми буквенными индексами. Взамен сдвоенного ОУ BA10358F подойдёт любой из серий BA10358, LA6358, LT1358, LM158, LM258, LM358, MC1458, MC1558, TL072. По возможности, желательно использовать ОУ с наименьшим уровнем собственных шумов.

Вместо диодов FR107, оставшихся после модернизации ИИП, подойдут диоды серий UF400x, 1N493xGP, FR15x, 1N539x, КД247. Переменный резистор R3 — СП3-4б, подойдёт любой малогабаритный сопротивлением 4,7...47 кОм. Его металлический экран-корпус соединён с нижним по схеме выводом резистора. Оксидные конденсаторы — К50-68, К50-71 или аналогичные импортные. Конденсатор C1 — любой керамический, он припаян непосредственно к выводам резистора R3. Остальные конденсаторы в УМЗЧ — плёночные малогабаритные. Дроссель L1 (см. рис. 3) намотан на кольцевом ферритовом магнитопроводе диаметром 12 мм, он содержит восемь витков экранированного провода (экран соединён с общим проводом). Подойдёт магнитопровод от трансформатора из электронного балласта КЛЛ.

Для первого включения УМЗЧ следует применить лабораторный блок питания с выходным напряжением +12 В, работающий в режиме ограничения выходного тока 0,3 А. С помощью осциллографа убеждаются в отсутствии самовозбуждения. Ток покоя микросхемы DA2 — около 24 мА. Если он будет более 60 мА, возможно, присутствует самовозбуждение на ультразвуковых частотах, и следует оптимизировать разводку общего провода силовых, а также сигнальных цепей, которые должны быть выполнены экранированными проводами. Вид устройства показан на **рис. 6**, его масса — 540 г вместе с соединительными проводами, из них масса динамической головки — около 110 г.

Возможности применённого ИИП позволяют питать двухканальный УМЗЧ, каждый канал которого собран по схеме на рис. 3. В случае использования для конструкции двух корпусов от упомянутых кислотно-свинцовых аккумуляторных батарей в одном корпусе располагают ИИП, в другом — двухканальный УМЗЧ. Следует применить четырёхпроводный медный соединительный кабель с проводами сечением не менее 0,5 мм^2. По двум проводам подают напряжение питания +16,5 В, к двум другим подключают динамическую головку. Не используйте единый общий провод для этих целей и соблюдайте фазировку подключения динамических головок.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. В 2018 г. в Москве появится ещё одна новостная радиостанция "Национальная служба новостей" (НСН). Её планирует запустить "Мультимедиа холдинг" сенатора Виталия Богданова вместо радиостанции "Best FM" на частоте 100,5 МГц. Разговорное радио — рискованный и дорогостоящий бизнес, в Москве такие станции не запускались уже несколько лет. Старт нового формата запланирован на 20 января, хотя изначально запуск НСН планировался на более раннюю дату — 6 декабря (источник — URL: **https://www.kommersant.ru/doc/3489372** (25.12.17)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" 21 декабря начал трансляцию радиостанции "Милицейская волна" в городах Алейске и Славгороде на частотах 103,5 МГц и 103,1 МГц соответственно. Мощность передатчиков — по 1 кВт (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-militseyskaya-volna-v-aleyske-i-slavgorode/** (25.12.17)).

АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ. 18 декабря в г. Ахтубинске начал своё вещание радиоканал "Южная волна". Теперь модная динамичная музыка, а также последние новости Астраханской области, России и мира звучат на частоте 95,9 МГц. Станция работает также в Лиманском районе на частоте 101,5 МГц, в Капустином Яре — на частоте 102,8 МГц, в Ахтубинском и Черноярском районах — на частоте 103,7 МГц, а в Енотаевском и Харабалинском районах — на частоте 103,8 МГц (источник — URL: **http://южнаяволна.рф/news/astrahanskie-novosti/radiokanal-yuzhnaya-volna-teper-i-v-ahtubinske-4248.html** (25.12.17)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. 20 декабря филиал РТРС "Белгородский ОРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в г. Старый Оскол на частоте 107 МГц с мощностью передатчика 1 кВт (источник — URL: **http://belgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-radio-rossii-v-starom-oskole/** (25.12.17)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. В первом квартале 2018 г. планируется запуск радиостанции DFM на частоте 103,5 МГц. Она заменит привычную местную станцию "Бит". Впервые DFM вышла в эфир 1 июля 2000 г. в Москве и Екатеринбурге под названием "Динамит FM". Со временем и сменой коллектива название постоянно менялось. С сентября 2005 г. было решено сделать основное название в виде аббревиатуры DFM ("Dance FM") (источник — URL: **http://gorodbryansk.info/2017/12/bryanskoe-radio-bit-ischezaet-poyavlyaetsya-dfm/** (25.12.17)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. К сети регионального вещания радиостанции "Юмор FM" присоединился г. Братск, второй по численности населения город в Иркутской области. 15 декабря программы радиостанции зазвучали в эфире на частоте 107,7 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13384** (25.12.17)).

КАРЕЛИЯ. 4 декабря филиал РТРС "РТПЦ Республика Карелия" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в посёлке Муезерский на частоте 102,7 МГц. 7 декабря началась трансляция "Радио России" в посёлке Найстенъярви на частоте 105 МГц. 8 декабря началось вещание "Радио России" в посёлке Лоухи на частоте 103 МГц. 21 декабря "Радио России" появилось в посёлке Надвоицы Сегежского района на частоте 106 МГц. Мощность передатчиков — по 1 кВт (источники — URL: **http://karelia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-muezerskom/**; **http://karelia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-loukhakh/**; **http://karelia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-naystenyarvi/**; **http://karelia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-radio-rossii-v-nadvoitsakh/** (25.12.17)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. С 8 декабря православная радиостанция "Радио Вера" начала вещание в г. Анапе на частоте 91,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_13655** (25.12.17)).

С 1 декабря в станице Выселки Краснодарского края, а также на участке федеральной автодороги М-4 "Дон" вещают любимые миллионами радиостанции "Русское радио" — на частоте 100,1 МГц, "Европа Плюс" — на частоте 99 МГц (источник — URL: **http://1region.ru/novosti/90-v-vyselkakh-zazvuchali-evropa-plyus-i-russkoe-radio.html** (25.12.17)).

МОРДОВИЯ. 1 декабря радиостанция "Европа Плюс" появилась в эфире столицы республики в г. Саранске. Актуальные мировые новинки и хиты можно слушать на частоте 102 МГц (источник — URL: **https://izvmor.ru/novosti/obshchestvo/radiostantsiya-evropa-plyus-zazvuchalo-v-saranske-na-novoy-volne-/** (25.12.17)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 1 декабря радиостанция "Comedy Radio" начала вещание в г. Ступино на частоте 92,6 МГц и в г. Серпухове на частоте 99 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13310** (25.12.17)).

К сети вещания "Радио Дача" с 19 декабря присоединился г. Дубна, частота вещания — 90,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5028.html** (25.12.17)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. 20 декабря филиал РТРС "Новгородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Джаз" в г. Великом Новгороде на частоте 100 МГц, мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **http://novgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-dzhaz-v-velikom-novgorode/** (25.12.17)).

ОМСКАЯ ОБЛ. С 1 января в пяти тысячах квартир омичей замолчат проводные радиоприёмники. Трансляционная радиосеть в миллионном городе оказалась убыточной из-за капремонта домов. В компании, обслуживающей радиосеть, заявили об убыточности этой деятельности. И виноват в этом, как ни странно, капремонт. Проводное радио было как раз в домах, где за последние три года проводился капремонт. В основном он заключался в ремонте кровель, по которым и проходили линии проводного радио. Строители попросту их срезали и не восстановили. В итоге число абонентов проводного радио в городе сократилось практически втрое. Если раньше было 14 тысяч абонентов, то теперь их осталось пять тысяч. Организация, обслуживающая радиосеть, заявила об убытках и уже проводит сокращение штата.

В целом жители Омска, которые потеряют проводное радио, оказались в более выгодном положении, чем жители сельских районов, где трансляционную сеть отключили ещё в 2005 г. В отдалённых районах области практически невозможно поймать на УКВ-частотах радиостанции "Радио России" и "Маяк" (источник — URL: **http://www.omskinform.ru/news/114136** (25.12.17)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. 1 декабря радиостанция "Comedy Radio" начала вещание в г. Гай на частоте 99,9 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13310** (25.12.17)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. К региональной сети радиостанции "Love Radio" присоединился г. Чусовой, частота вещания — 106,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4936.html** (25.12.17)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Радио Родных Дорог" начала работать в г. Георгиевске на частоте 95,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_1193** (25.12.17)).

"Радио Родных Дорог" с 19 декабря заработала в с. Александровское Ставропольского края в одном из старейших населённых пунктов степного Предкавказья. Слушайте "Радио Родных Дорог" на частоте 107,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_1314** (25.12.17)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. 24 ноября началось вещание радиостанции "Наше Радио" в г. Вышний Волочёк. Для жителей этого города и близлежащих населённых пунктов радиостанция доступна на частоте 90,2 МГц. Вышний Волочёк стал уже пятым городом вещания станции на территории Тверской области (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/v-vyshnem-volochke-nachalos-veshhanie-radiostancii-nashe-radio.html** (25.12.17)).

30 ноября в Твери на частоте 99,8 МГц началось вещание радиостанции "Радио Energy", которая вхо-

дит в холдинг "ГПМ Радио" и является неотъемлемой частью глобальной сети авторитетного мирового радиобренда "Energy" (NRJ), созданного французской компанией NRJ GROUP (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13305** (25.12.17)).

Три года радио "Страна", задуманное и реализуемое как вестник скоростных дорог, работало в Интернете. Теперь станция приступила к следующему этапу — она выходит на трассы государственной компании "Автодор".

На единой частоте 90,9 МГц станция появилась в Тверской области. Тестовое вещание на 258—334 км дороги М-11 (обход Вышнего Волочка) уже началось.

Сейчас идёт отладка и настройка аппаратуры, которая расположена на четырёх вышках вдоль магистрали, но и в таком режиме программа "Главная пара" почти каждый день доступна всем проезжающим. Новые участки дороги "Москва — Санкт-Петербург", по мере сдачи в 2017 г. и 2018 г., также будут оснащены вышками и передатчиками. В планах, разумеется, и вещание на трассе "Дон" (М-4) и на М-1 (источник — URL: **https://radio-strana.ru/archives/4883** (25.12.17)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. 29 ноября началось вещание радиостанции "Радио JAZZ" в г. Томске. Для жителей этого старейшего города Сибири и близлежащих населённых пунктов радиостанция будет доступна на частоте 99,6 МГц.

С этого дня жители региона в любое время могут услышать в радиоэфире джаз, соул и блюз, а также музыкальные программы, рубрики и новости джаза (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/v-tomske-nachalos-veshhanie-radio-jazz.html** (25.12.17)).

24 ноября филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Максимум" на частоте 98,8 МГц в г. Томске. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-maksimum-v-tomske/** (25.12.17)).

ЧЕЧНЯ. 19 декабря глава Чеченской Республики Рамзан Кадыров дал старт регулярному вещанию исламской радиостанции "Путь" имени Ахмад-Хаджи Кадырова в г. Грозном на частоте 91 МГц (источник — URL: **http://chechnia.rtrs.ru/tv/analog/glava-chechenskoy-respubliki-ramzan-kadyrov-dal-start-veshchaniyu-radiostantsii-put-im-akhmad-khadzh/** (25.12.17)).

ЧУВАШИЯ. Радиостанция "Радио Родных Дорог" усиливает свои позиции в Республике Чувашия и с 14 декабря запустила вещание сразу в четырёх населённых пунктах: Канаш, Алатырь, Шумерля и Батырево. Частоты — соответственно 103,6, 103,4, 105,9 и 103,2 МГц. На сегодняшний день зона покрытия радиовещанием в республике составляет более 80 % (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_1242** (25.12.17)).

УДМУРТИЯ. С 15 декабря православная радиостанция "Радио Вера" начала вещание в столице республики Удмуртии г. Ижевске на частоте 97 МГц. Слоган станции — "Светлое радио" (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_13727** (25.12.17)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРАЛИЯ. Новая частная радиостанция "Ozy Radio" появилась в австралийском эфире на частотах 3210 кГц (ночью) и 5045 кГц. Режим вещания — круглосуточно семь дней в неделю. Мощность передатчика — 1 кВт. Контент — австралийская музыка, новости, реклама. Пока вещание идёт в тестовом режиме. Вся информация о дальнейшем развитии проекта будет на сайте <**http://www.ozyradio.com**>.

АЛЯСКА, США. Радиостанция "Новая жизнь" (KNLS), расположенная вблизи г. Анкор Пойнт, изменила с 6 декабря одну из частот для программ на русском языке. Новая частота 6110 кГц (взамен 6155 кГц) используется в период с 15.00 до 16.00.

ИНДИЯ. С 22 декабря "Всеиндийское радио" ("All India Radio", AIR) заменило прежде использовавшуюся для вещания на русском языке частоту 15140 кГц. Новая частота 11560 кГц обеспечивает устойчивый приём на европейской части России с 16.15 до 17.15 (источник — URL: **https://twitter.com/QSLRptMT/status/944224318547951617** (25.12.17)).

ЛАТВИЯ. В Латвии принято решение о прекращении тестирования наземного цифрового радиовещания (формат DAB+), поскольку "Национальный совет по электронным СМИ" (НСЭСМИ) страны принял решение о том, что этот формат вводить не будут.

Тесты были начаты ещё в октябре 2016 г. В тот момент сообщалось, что для общества цифровое радио будет означать лучшее качество сигнала, а также возможность слушать программы по всей Латвии. В свою очередь, для радиостанций переход на цифровое вещание должен был сократить затраты, поскольку аналоговое вещание, существующее в данный момент, на одной частоте позволяет передавать только одну программу, а при цифровом вещании — до 18 программ.

Микус Карлсонс, специалист по технологии, в эфире "Latvijas Radio" пояснил, что у системы наземного цифрового радиовещания DAB+ очень много плюсов. Например, при поездке на машине по различным местам Латвии, чтобы продолжать слушать нужную станцию, не требуется переходить с частоты на частоту, при прослушивании видно информацию о звучащей в эфире песне и её исполнителе. Кроме того, полиция в своей работе может использовать цифровое вещание для трансляции различного рода информации для водителей. Карлсонс признал, что если НСЭСМИ решит не переходить на DAB+ сейчас, вероятно, это не произойдёт никогда.

Основных оснований для отказа от введения в Латвии DAB+ два. Во-первых, этот процесс будет стоить несколько миллионов евро средств налогоплательщиков, а во-вторых, потребует от каждого слушателя сменить приёмник, что нельзя считать плюсом для латвийцев.

Кроме того, в Латвии развит беспроводной Интернет, страна постепенно переходит на 5G, а это значит, что у радиостанций будет ещё больше возможности в различных форматах передавать свои программы (источник — URL: **http://rus.lsm.lv/statja/novosti/obschestvo/tsifrovogo-radio-v-latvii-poka-ne-budet.a259447/** (25.12.17)).

НОРВЕГИЯ. Норвегия стала первым в мире государством, которое полностью отказалось от УКВ ЧМ-вещания для национального радио. С 13 декабря все радиостанции NRK ("Norsk Rikskringkasting" — "Норвежская вещательная корпорация") в стране перешли на "цифру" (формат DAB+). Последними на этот стандарт были переведены северные регионы Норвегии и архипелаг Свальбард (Шпицберген) в Арктике. В то же время большинство местных радиостанций продолжают работу в УКВ ЧМ-формате.

Переход на цифровое вещание начался 11 января прошлого года. По информации местных экспертов, формат DAB+ обеспечивает лучшее качество звука и предлагает больше каналов и функций. Кроме того, по оценкам властей, он обходится в восемь раз дешевле, чем УКВ ЧМ-вещание.

Переход сопровождался недовольством жителей, поскольку они были вынуждены покупать новые приёмники стоимостью от 100 до 200 евро. Эксперты также указывают на то, что покрытие DAB+ на территории Норвегии недостаточное. Из-за этого национальный общественный вещатель NRK потерял 21 % своей аудитории (источник — URL: **https://www.thelocal.no/20171213/norway-becomes-first-country-to-switch-off-fm-radio** (25.12.17)).

Хорошего приёма и 73!

Измерение ёмкости и ЭПС конденсаторов на платах

В. КИЛЬДЮШЕВ, г. Жуков Калужской обл.

Измерению ёмкости и эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС) конденсаторов, установленных на платах, где они соединены с другими радиоэлементами — микросхемами, транзисторами, резисторами, катушками индуктивности, без их демонтажа, посвящено много работ, например, статья **А. Сучинского** "Приставка к мультиметру для измерения ёмкости конденсаторов" ("Радио", 2012, № 7, с. 18—20). В статье предложено простое устройство, которое вместе с осциллографом или мультиметром позволяет оценивать параметры конденсаторов непосредственно на платах.

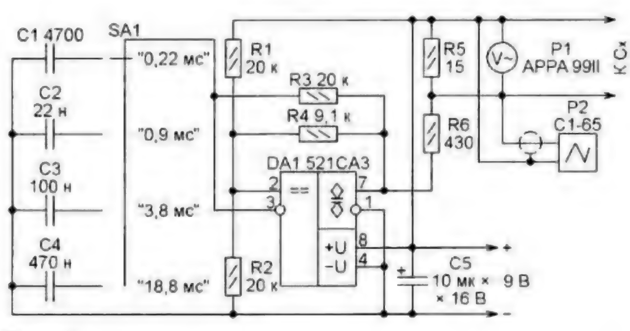


Рис. 1

На проверяемый конденсатор, не выпаивая его, нужно подать импульсы симметричной прямоугольной формы размахом 0,1...0,3 В от источника с выходным сопротивлением, не менее чем в 10 раз меньшим, чем полное сопротивление на частоте измерения радиоэлементов, подключённых на плате параллельно измеряемому конденсатору. При этом переменное напряжение на конденсаторе будет обратно пропорционально его ёмкости C_x, если выполняется условие

$$\frac{T}{7\pi R_i} \le C_x \le \frac{3{,}5T}{2\pi R_i}$$

где R_i — выходное сопротивление источника испытательных импульсов; T — период их повторения.

Источник испытательных импульсов с выходным сопротивлением 15 Ом был собран на компараторе напряжения 521СА3 по схеме, изображённой на **рис. 1**. Их амплитуда без нагрузки — 260 мВ при напряжении питания прибора 9 В и указанных на схеме номиналах элементов. Переключатель SA1 изменяет период повторения генерируемых импульсов. Пределы измерения ёмкости конденсаторов в различных положениях переключателя приведены в **таблице**. Получить другие пределы можно изменением ёмкости конденсаторов C1—C4.

Вольтметр P1 (мультиметр APPA 99II в режиме измерения переменного напряжения) показывает напряжение на конденсаторе C_x, а осциллограф P2 (C1-65) позволяет наблюдать форму этого напряжения. Как показала практика, оксидные конденсаторы можно подключать к прибору в любой полярности. На результаты измерения это не влияет.

T, мс	C_x, мкФ
0,22	0,7...8,2
0,9	2,7...33,4
3,8	11,5...141,1
18,8	57,0...698,2

По вертикальным скачкам осциллограммы в местах переломов наблюдаемой кривой можно судить об ЭПС проверяемого конденсатора. Скачок на 130 мВ (половину амплитуды импульсов без нагрузки) соответствует ЭПС, равному половине выходного сопротивления генератора — 7,5 Ом.

Экспериментально снятая зависимость измеренного мультиметром переменного напряжения на конденсаторе C_x от его ёмкости при периоде повторения импульсов 3,8 мс показана на **рис. 2**. Погрешность измерения ёмкости, вносимая ЭПС конденсатора до 2 Ом, не превышает 5 %.

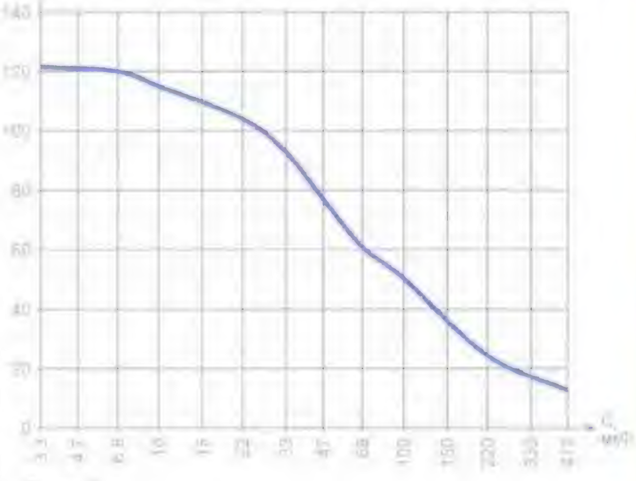


Рис. 2

Масштаб показанных ниже осциллограмм напряжения на выходе генератора — 50 мВ на деление по вертикали и 0,2 мс на деление по горизонтали.

На **рис. 3** изображена осциллограмма в отсутствие измеряемого конденсатора. Период повторения импульсов — 0,9 мс, амплитуда — 260 мВ. Осциллограмма, показанная на **рис. 4**, получена при подключении к импортному оксидному конденсатору ёмкостью 47 мкФ на напряжение 16 В. Здесь хорошо видны скачки напряжения ампли-



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

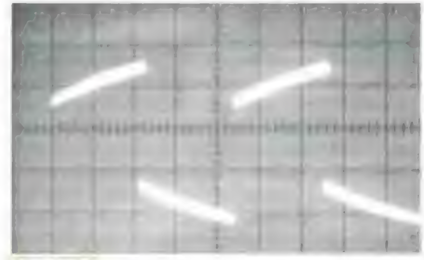
тудой 12...13 мВ, что соответствует ЭПС конденсатора около 0,7 Ом.

На **рис. 5** показана форма напряжения на танталовом оксидно-полупроводниковом конденсаторе К53-68 ёмкостью 100 мкФ на напряжение 16 В при периоде повторения импульсов 0,9 мс, а на **рис. 6** — при периоде их повторения 3,8 мс (в последнем случае масштаб осциллограммы по горизонтали — 1 мс на деление). Этот конденсатор имеет ЭПС около 0,1 Ом, поэтому скачки напряжения едва заметны.

Были сняты осциллограммы напряжения на конденсаторах К53-1А ёмкостью 6,8 мкФ на напряжение 16 В, изготовленных в 1978 г. Период повторения импульсов на них — 0,22 мс, скорость развёртки — 50 мкс на деление. Все эти конденсаторы сохранили ёмкость. Однако разброс их ЭПС весьма велик: на **рис. 7** оно — 0,6 Ом, на **рис. 8** — 5,2 Ом, на **рис. 9** — 7,4 Ом.


Рис. 7


Рис. 8


Рис. 9

Для измерения параметров конденсаторов, параллельно которым подключены элементы с полным сопротивлением менее 100 Ом, необходим источник импульсов с выходным сопротивлением ещё меньше, чем у описанного прибора. Если пойти на уменьшение амплитуды испытательных импульсов приблизительно до 100 мВ, что ещё достаточно для измерения осциллографом и мультиметром, можно уменьшить сопротивление резистора R5 до 5,1 Ом. Соответственно уменьшится и выходное сопротивление прибора.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Как приспособить источник бесперебойного питания для работы с паяльником на 12 В

П. ЛИСЮТИН, г. Москва

В продаже имеется множество низковольтных электропаяльников. Среди них есть работающие от электросети через понижающие трансформаторы (обычно на 12, 24 или 36 В), есть паяльники, работающие от внешних аккумуляторных батарей. Некоторые из них снабжены встроенными аккумуляторными или гальваническими батареями.

Первым необходима питающая электросеть. Преимущество вторых — возможность длительной работы без подзарядки. Например, паяльник Rexant 12-0184 мощностью 40 Вт сможет непрерывно работать от аккумуляторной батареи на 12 В ёмкостью 4,5 А·ч около 80 мин. Недостаток — необходимость переноски тяжёлых громоздких батарей и их периодической зарядки. Паяльники со встроенными батареями, безусловно, удобны, но имеют слишком малую продолжительность непрерывной работы и требуют частой зарядки или замены источников питания.

Если приспособить для питания низковольтного паяльника стандартный сетевой источник бесперебойного питания, который будет служить не только зарядным устройством, но и безопасным корпусом для аккумуляторной батареи, проблема будет решена. Я воспользовался для питания 12-вольтного паяльника компактным (габариты — 95×140×230 мм) источником бесперебойного питания Powercom BNT-400A.

Две его выходные розетки, предназначенные для подключения нагрузки, рассчитанной на 230 В, я демонтировал и изолировал оставшиеся внутри шедшие к ним провода, надев на них термоусаживаемые трубки. Вместо розеток установил гнездо для автомобильного прикуривателя и рокерный выключатель, позволяющий включать и выключать напряжение 12 В на этом гнезде. Образовавшиеся зазоры закрыл пластмассовой пластиной.


Рис. 1

Конструкция корпуса источника удобно изолирует плюсовой вывод гнезда для прикуривателя от магнитопровода трансформатора. Отводы от клемм аккумуляторной батареи к гнезду я сделал с помощью отрезка обычного кабеля ПВС 2×1,5 мм^2 и показанных на **рис. 1** разветвителей РПИ-О 1,5-(6,3).


Рис. 2

Внешний вид доработанного источника — на **рис. 2**. Необходимые меры предосторожности обеспечены наклеенным на его корпус предупреждением, запрещающим включать источник в сеть с присоединённым паяльником и требующим перед зарядкой батареи перевести в положение "Выключено" выключатель выходного напряжения 12 В.

При работе с паяльником мощностью 40 Вт установлено, что он разогревается до температуры плавления припоя ПОС61 за 3 мин, а продолжительность его непрерывной нормальной работы более часа. Однако чрезмерная разрядка батареи может досрочно вывести её из строя. Поэтому рекомендуется никогда не использовать этот интервал времени полностью и своевременно подзаряжать батарею, выключив паяльник и подключив источник бесперебойного питания к сети.

Блокировка включения электроинструмента

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

У некоторых распространённых электроинструментов (дрелей, перфораторов, лобзиков, шлифовальных машин) кнопку или клавишу включения можно зафиксировать во включённом положении. Это освобождает от необходимости всё время удерживать её нажатой, выполняя работу большой продолжительности. Но если оставить такой инструмент отключённым от сети, но с зафиксированной в нажатом состоянии кнопкой включения, то при вставлении его сетевой вилки в розетку он немедленно начнёт работать, что может оказаться опасным для находящихся поблизости людей и предметов.

Предлагаю простое устройство, предотвращающее самопроизвольный запуск электроинструмента при таких обстоятельствах. Оно помещено в корпус сетевого удлинителя и может быть использовано для исключения неожиданного запуска не только электроинструментов, но и других устройств, содержащих в цепи сетевого питания индуктивные элементы (трансформаторы, электродвигатели), сопротивление которых постоянному току значительно меньше, чем переменному.

Схема устройства изображена на **рис. 1**. Подключённый к розетке X1 электроинструмент на ней условно показан в виде кнопочного выключателя с фиксацией SB1 и электродвигателя M1. Само устройство содержит бестрансформаторный блок сетевого питания с гасящими конденсаторами C1, C2, выпрямителем на диодах VD1, VD2 и со сглаживающим пульсации конденсатором C3. Плавкая вставка FU1 нужна для предотвращения тяжёлых последствий случайного пробоя конденсаторов C1, C2. Через резистор R1 эти конденсаторы разряжаются после отключения устройства от сети. Выходное напряжение выпрямителя ограничено и стабилизировано параллельным стабилизатором на стабилитроне VD3, резисторе R2 и транзисторе VT1.

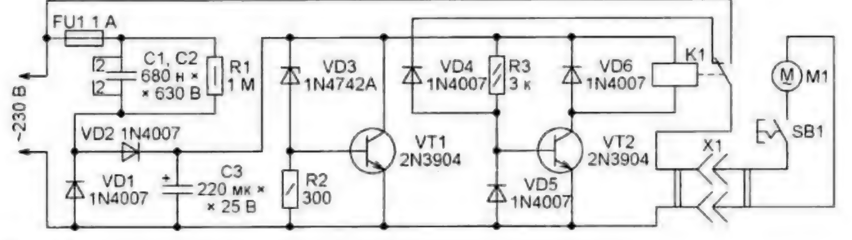


Рис. 1

Допустим, электроинструмент с зафиксированной в нажатом состоянии кнопкой SB1 подключён к устройству, на которое напряжение сети ~230 В не подано. В момент подачи этого напряжения потечёт ток через резистор R3, диод VD4, нормально замкнутые контакты реле K1, кнопку SB1 и электродвигатель M1. Однако транзистор VT2 останется закрытым, так как его переход база—эмиттер зашунтирован низким для постоянного тока сопротивлением неработающего двигателя M1. Поэтому ток через обмотку реле K1 не течёт, а сетевое напряжение на розетке X1 отсутствует.

Возвращение кнопки SB1 в разомкнутое состояние разорвёт цепь, шунтировавшую переход транзистора. Он откроется, реле K1 сработает и подаст сетевое напряжение на розетку X1 и подключённый к ней электроинструмент. С этого момента и до отключения устройства блокировки от сети им можно пользоваться как обычно, нажимая и отпуская кнопку включения.

Диоды VD4—VD6 защищают транзистор VT2 от выбросов напряжения на обмотке реле и электродвигателе.

Устройство блокировки собрано на печатной плате, изображённой на **рис. 2**. В качестве C1 и C2 применены металлоплёночные конденсаторы K73-17 на 630 В. Транзисторы 2N3904 допустимо заменить любыми другими структуры n-p-n с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 30 В и максимальным током коллектора не менее 200 мА.

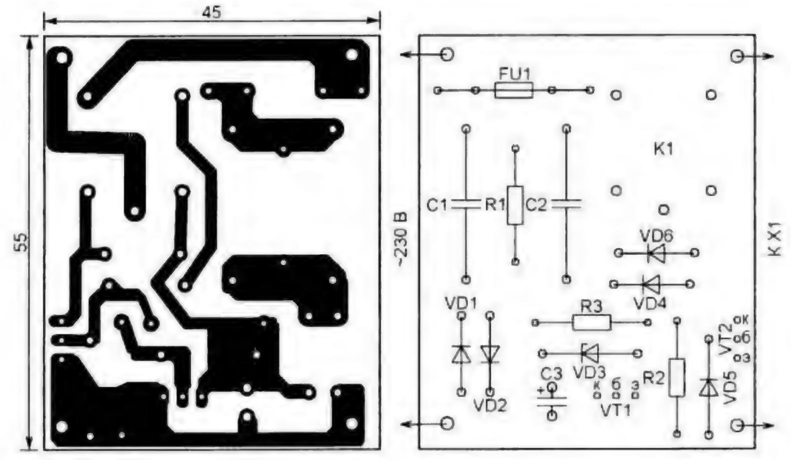


Рис. 2

Реле K1 — TRD-12VDC-SC-CL-R с сопротивлением обмотки 400 Ом. Вместо него подойдёт другое реле с обмоткой на 12 В не меньшего указанного выше сопротивления. При меньшем её сопротивлении, возможно, придётся увеличивать ёмкость конденсаторов C1 и C2 пропорционально потребляемому реле в сработавшем состоянии току, а также применить транзисторы VT1 и VT2 большей мощности. Реле должны иметь группу контактов на переключение, рассчитанных на потребляемую электроинструментом мощность.

Возможен и другой вариант устройства блокировки, схема которого показана на **рис. 3**. Здесь источником питания служит зарядное устройство для сотового телефона U1 с выходным напряжением 5 В. При использовании реле (K1 и K2) TRG1 D-5VDC-S-Z с обмотками на 5 В и сопротивлением 125 Ом ток, потребляемый по цепи 5 В, не превышает 90 мА. Вместо двух реле можно установить одно, но с двумя группами контактов на переключение.

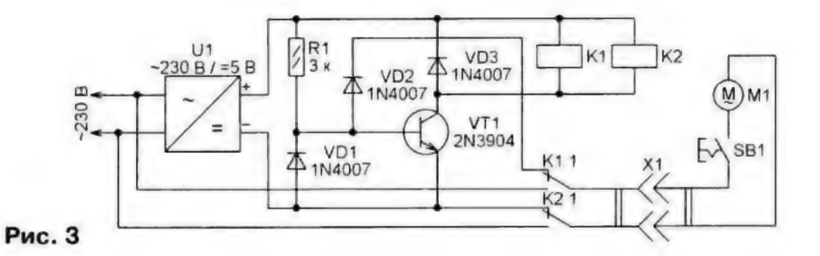


Рис. 3

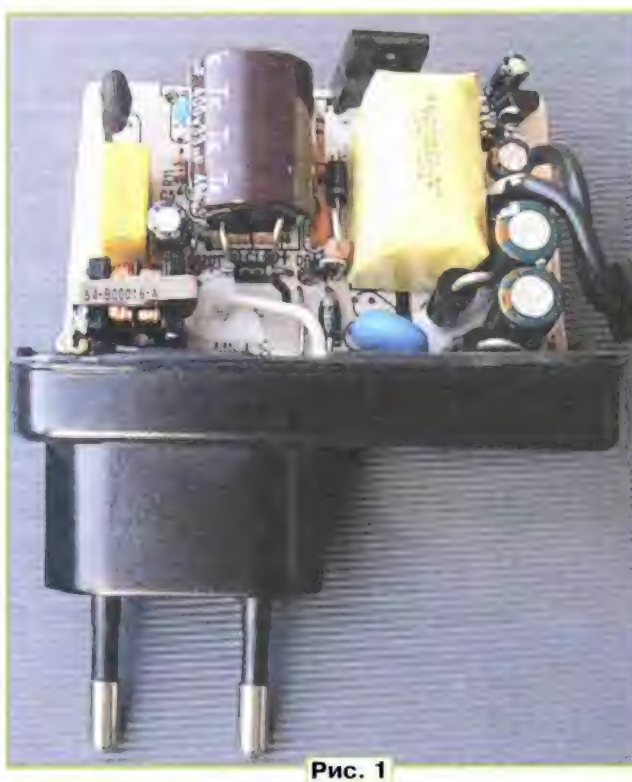
От редакции. Для повышения надёжности работы устройства диод VD4 (рис. 1) или VD2 (рис. 3) должен быть диодом Шотки, например 1N5819.

Регулируемый БП — из нерегулируемого

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье предложен способ, как из блока питания с фиксированным выходным напряжением сделать регулируемый источник.

В радиолюбительской практике зачастую требуется регулируемый источник питания 3,5...12 В с выходным током до 1,5...2 А. Чтобы не делать такой БП заново, можно доработать уже имеющийся с фиксированным выходным напряжением. В зависимости от схемы БП его доработка может быть очень простой.


Рис. 1

Таким блоком оказался БП JTA0302E-E (**рис. 1**), который представляет собой обратноходовый преобразователь напряжения, собранный на специализированной микросхеме UC3843B и полевом транзисторе STP4NK60ZFP. На входе и выходе БП установлены LC-фильтры, стабилизация выходного напряжения осуществляется с помощью микросхемы TL431AC (параллельный стабилизатор напряжения) и оптопары PC817 (или аналогичной). Согласно заявленным производителем параметрам БП JTA0302E-E при сетевом напряжении 110...240 В обеспечивает выходное стабилизированное напряжение 5 В при токе нагрузки до 2,5 А. На самом деле выходное напряжение без нагрузки было немногим более 5,2 В. Сделано это, видимо, для компенсации падения напряжения на выходном двухпроводном кабеле при максимальном токе нагрузки. Логично предположить, что при напряжении сети 230 ± 5 % В он сможет "выдать" 12 В при токе до 1 А. Небольшая доработка позволит превратить его в регулируемый с выходным напряжением от 3,5 до 10...12 В.

Фрагмент выходной цепи дорабатываемого БП показан на **рис. 2**. Все доработки и вновь введённые элементы выделены цветом. Обозначения штатных элементов приведены в соответствии с печатной платой, а вновь введённых — предложены. Особенность оригинального БП — значение выходного напряжения задано с помощью резистивного делителя R15R16 в цепи управляющего входа микросхемы U3. Если в этот делитель ввести переменный резистор (в нашем случае — R18), это позволит плавно регулировать выходное напряжение. В этом случае стабилитрон ZD2 (на напряжение стабилизации 6,2 В) удаляют, резистор RL заменяют другим, с вдвое большим сопротивлением. Для индикации наличия выходного напряжения установлен светодиод HL1 с токоограничивающим резистором R19. Чтобы свечение светодиода было заметно во всём интервале выходного напряжения, он должен быть с повышенной яркостью свечения.

Доработка БП — несложная. Переменный резистор (СП4-1 или аналогичный по размерам) и светодиод устанавливают на задней стенке корпуса БП (**рис. 3**). Для них просверлены отверстия соответствующего диаметра. Сглаживающий конденсатор С1 (см. рис. 1) на выходе мостового выпрямителя разворачивают на плате в противоположную сторону. Освободившееся место займёт переменный резистор. Резисторы R15 и R16 установлены перпендикулярно плате, поэтому их можно не выпаивать, а просто перекусить по

Рис. 3

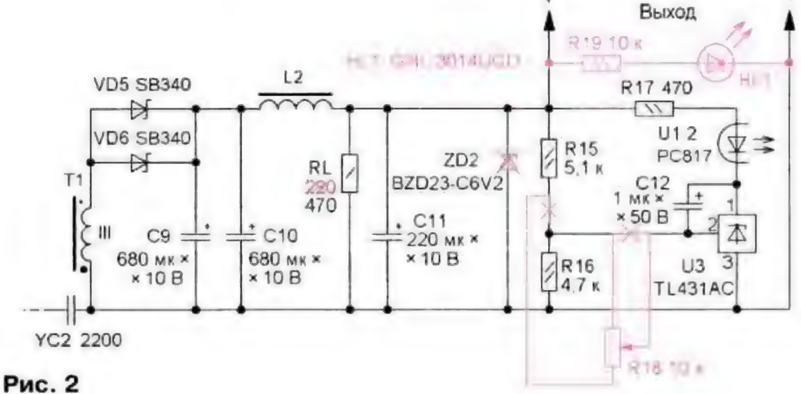



Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

одному выводу, к которым припаивают изолированные провода, соединяющие их с выводами переменного резистора R18. Стабилитрон ZD2 (он расположен рядом с резисторами R15, R16) также можно не выпаивать, а перекусить один из его выводов — в авторском варианте было сделано именно так. В результате с переменным резистором R18 сопротивлением 10 кОм интервал регулировки выходного напряжения получился 3,5...8 В. Если применить резистор R18 с бо́льшим сопротивлением, интервал регулировки расширится в обе стороны. При этом нижний предел можно скорректировать подборкой резистора R15, верхний — резистора R16. После проверки и налаживания переменный резистор снабжают шкалой (рис. 3), которую градуируют с помощью вольтметра постоянного тока. Но следует учесть, что минимальный нижний предел — 3,3...3,5 В. Обусловлено это тем, что минимальное падение напряжения на микросхеме U3 — около 2 В, а на излучающем диоде оптопары U1.2 — 1,1...1,2 В.

Были проведены испытания доработанного БП для различных выходных напряжений от 3,5 до 10 В. При изменении выходного тока от 0 до 1,5 А (при выходном напряжении до 10 В) и 2,5 А (при напряжении до 5 В) выходное напряжение уменьшалось на несколько милливольт (измерение проводилось непосредственно на выходе БП), амплитуда пульсаций не превысила 15 мВ, а полевой транзистор нагревался умеренно. Однако при установке выходного напряжения менее 3,3 В на выходе наблюдались релаксационные колебания с амплитудой пульсаций около 1 В. Причина этого — недостаточное напряжение на микросхеме U3 и излучающем диоде оптопары U1.2.

Следует учесть, что в выходной цепи БП применены конденсаторы C9—C11 с номинальным напряжением 10 В, поэтому выходное напряжение не должно превышать этого значения, а с учётом падения напряжения на дросселе L2 должно быть даже меньше. Если планируется увеличить верхний предел до 12 В, эти конденсаторы необходимо заменить другими с такой же ёмкостью и бо́льшим номинальным напряжением.

Симисторно-трансформаторный стабилизатор переменного напряжения

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В сельской местности, а иногда и в городах нередко случаются значительные понижения сетевого напряжения относительно номинального 230 В. Зачастую это приводит к отказам холодильников. Существенно падает эффективность работы с электроинструментом, тускнеет освещение. Для стабилизации напряжения сети при сохранении его формы автор в своё время применил релейно-трансформаторный стабилизатор [1], но от многолетней эксплуатации износились контакты установленных в нём реле. Было решено переработать стабилизатор, заменив электромагнитные реле симисторными ключами. Нагрузочная способность предлагаемого стабилизатора — 1840 В·А.

Прежде всего, рассмотрим возможные схемы стабилизаторов переменного напряжения на базе автотрансформатора. В устройстве по схеме, изображённой на **рис. 1**,а, компенсируют снижение сетевого напряжения (недопустимое превышение номинала наблюдается крайне редко), постепенно переводя вниз по схеме подвижный контакт переключателя SA1. При этом напряжение на каждой из обмоток автотрансформатора и на выходе стабилизатора приблизительно сохраняется, колеблясь в ограниченных пределах. В стабилизаторе, собранном по схеме рис. 1,б, сетевое напряжение постоянно подают на один из отводов обмотки автотрансформатора, а по мере снижения напряжения в сети подвижный контакт переключателя SA1 переводят вверх.

Рассмотрим основные особенности приведённых вариантов.

В устройстве по схеме, изображённой на рис. 1,а, стабилизировано напряжение на каждой из секций обмотки, что позволяет использовать её секции II—IV в качестве стабильных источников сравнительно небольшого переменного напряжения, например, для питания низковольтных электроинструментов. Переключение отводов автотрансформатора (в реальной конструкции с помощью реле или симисторов) всегда, даже при работе стабилизатора на холостом ходу, происходит под индуктивной или активно-индуктивной нагрузкой, что неблагоприятно для коммутирующих устройств.

В устройстве по схеме рис. 1,б напряжение на секциях обмотки не стабилизировано. При отсутствии нагрузки, а это основная ситуация при работе на холодильник, переключение происходит в режиме холостого хода, износ контактов реле чисто механический.

Критерием выбора для автора послужило последнее различие между вариантами.

Отметим, что оба рассмотренных варианта станут пригодными и для компенсации повышения напряжения в сети, если выходной (на рис. 1,а) или входной (на рис. 1,б) провод перенести на другой отвод обмотки автотрансформатора. В своей практике автор столкнулся с вариантом стабилизатора, схема которого показана на рис. 1,в. При напряжении в сети меньше или равном номинальному он работает так же, как и в варианте на рис. 1,а. При превышении напряжением в сети номинального значения подвижный контакт переключателя SA1 фиксируют в верхнем по схеме положении, а переключатель SA2 переводят в положение 2.

Примем за основу схему, изображённую на рис. 1,б, и определим порядок расчёта коэффициентов трансформации для различных положений движка переключателя SA1. Зададим пределы изменения входного напряжения и допустимые колебания выходного. По результатам наблюдений на даче, для которой строился описываемый стабилизатор, напряжение в сети иногда опускалось до 150 В. Такому входному напряжению должно соответствовать выходное напряжение 200 В, при котором ещё работают все бытовые электроприборы. Поэтому коэффициент повышения напряжения при переключателе SA1 в положении 1 должен быть равен 200/150 = 1,33. Здесь и далее я умышленно не применяю термин "коэффициент трансформации", поскольку

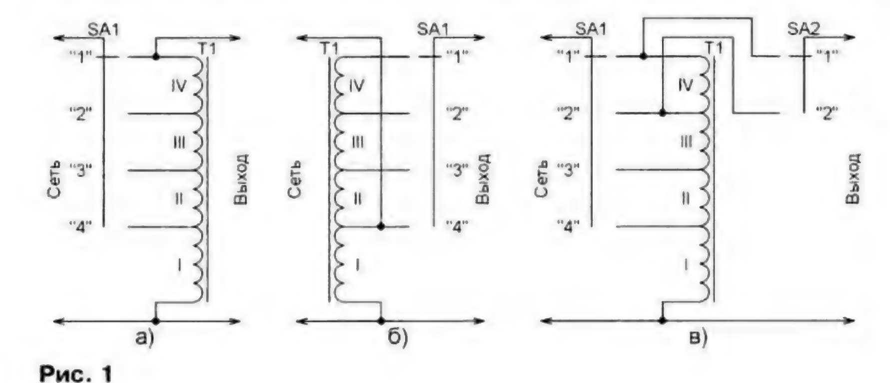


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

под ним понимают отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной. В данном случае логичнее использовать обратную величину — коэффициент повышения напряжения.

Число отводов от обмотки автотрансформатора зависит от необходимой точности поддержания выходного напряжения. В результате нескольких пробных расчётов сделан вывод, что для сохранения его в пределах 210...240 В достаточно четырёх ступеней, в числе которых и прямое соединение нагрузки с сетью. Понижение напряжения в сети до 150 В при этом рассматривается, как аварийный случай, при котором напряжение на нагрузке падает до 200 В.

Можно показать, что для получения одинаковых пределов изменения выходного напряжения в каждом положении переключателя SA1 значения коэффициентов повышения в этих положениях должны представлять собой геометрическую прогрессию. Поэтому, если в положении 1 коэффициент повышения равен 1,33, он должен быть равным 1,1 в положении 3 и 1,21 — в положении 2. В положении 4 напряжение на выход поступает непосредственно из сети и коэффициент равен 1.

Построим график зависимости выходного напряжения от входного. Для этого на листе миллиметровки размерами не менее 250×250 мм начертим координатные оси в масштабе 1 мм/В и проведём из начала координат четыре прямые с тангенсами угла наклона 1; 1,1; 1,21 и 1,33. Выделим участки этих прямых, находящиеся между горизонталями, соответствующими выходному напряжению 210 и 240 В. Из точек пересечения линий с наклоном 1,33, 1,21 и 1,1 с горизонталью 240 В опустим вер-

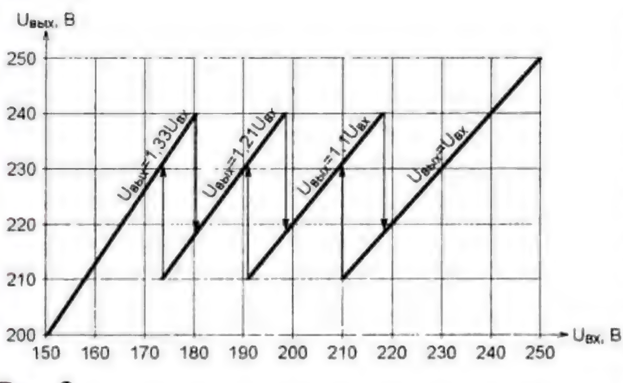


Рис. 2

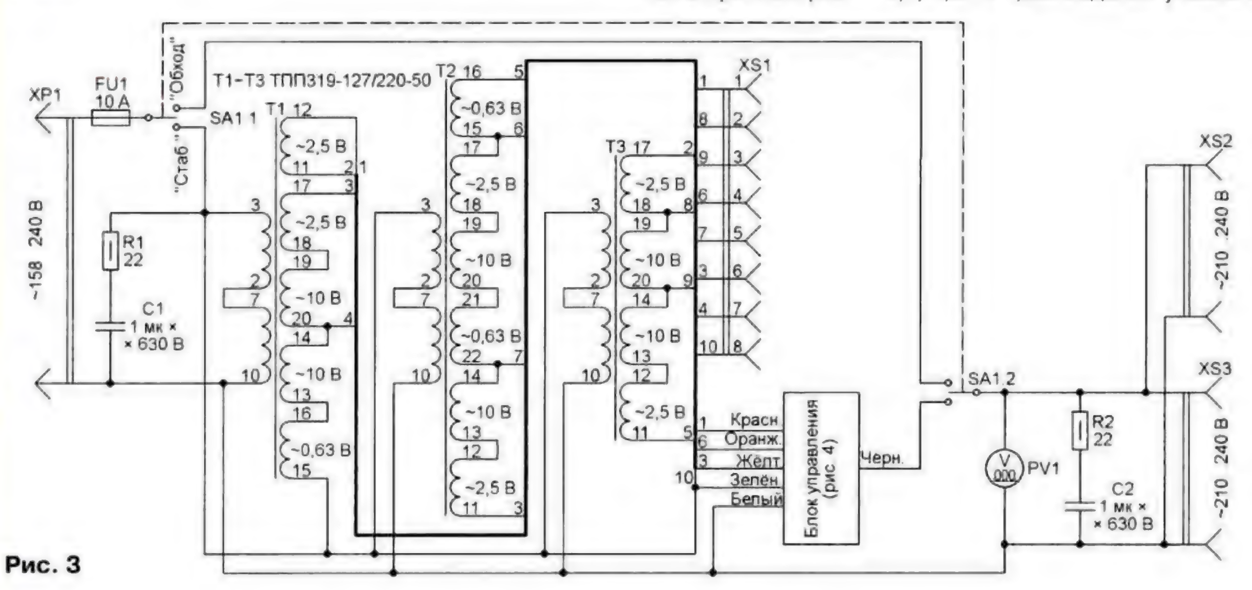


Рис. 3

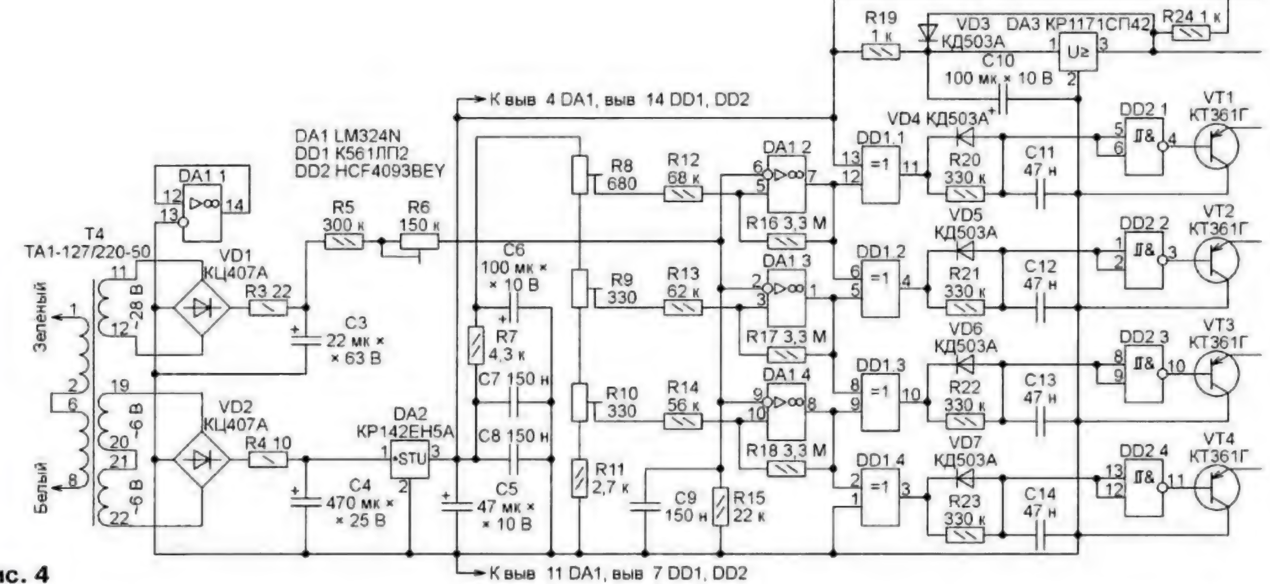


Рис. 4

тикальные прямые до пересечения с ближайшими линиями с наклоном 1,21, 1,1 и 1. От точек пересечения этих наклонных линий с горизонталью 210 В проведём вверх аналогичные прямые.

На **рис. 2** приведён фрагмент полученного рисунка. При входном напряжении более 220 В переключатель SA1 находится в положении 4, и выходное напряжение поступает на выход без изменения. При снижении напряжения сети до 210 В переключатель устанавливается в положение 3, коэффициент передачи возрастает до 1,1, а выходное напряжение скачком увеличивается до 231 В. При дальнейшем снижении напряжения сети примерно до 191 В выходное уменьшится до 210 В, переключатель будет установлен в положение 2, выходное напряжение вновь поднимется до 231 В. Аналогичный процесс произойдёт и при снижении входного напряжения до 173 В. При его снижении до 150 В выходное напряжение, как было сказано выше, опустится до 200 В.

Чтобы при колебаниях напряжения в сети около порогов переключения мотки обеспечивает его в достаточной мере. Нетрудно видеть, что при сохранении числа ступеней даже небольшое повышение точности поддержания выходного напряжения за счёт сужения петель гистерезиса приведёт к существенному уменьшению их ширины, что недопустимо. Поэтому для достижения большей точности необходимо увеличивать число ступеней изменения коэффициента. Отметим также, что рассуждения по выбору его значений справедливы и для устройств по схемам рис. 1,а и рис. 1,в.

Принципиальная схема стабилизатора изображена на **рис. 3**, а схема его блока управления — на **рис. 4**. Автотрансформатор составлен из трёх одинаковых трансформаторов Т1—Т3 — ТПП319-127/220-50 [2], первичные обмотки которых соединены параллельно, а последовательное соединение вторичных обмоток обеспечивает требуемые коэффициенты повышения напряжения.

При установке переключателя SA1 в положение "Стаб." начинает работать блок управления, получающий питание от трансформатора Т4 — ТА1-127/220-50 [2]. Напряжение с двух его обмоток по 6 В, соединённых последовательно, выпрямляет мост VD2 и стабилизирует на уровне 5 В интегральный стабилизатор DA2. Из выходного напряжения стабилизатора резистивный делитель R7—R11 формирует образцовые напряжения для компараторов DA1.2—DA1.4, поступающие на их неинвертирующие входы. Для упрощения расчётов они приняты равными 1/100 напряжений, соответствующих серединам петель гистерезиса на рис. 2 — 2,14, 1,95 и 1,77 В.

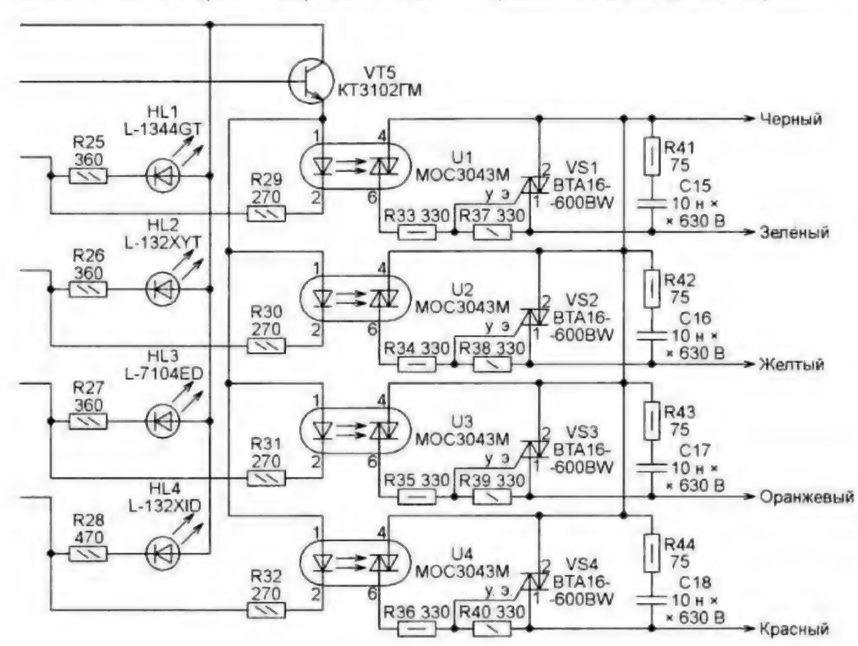
Постоянное напряжение, пропорциональное входному, формирует из поступающего с обмотки 11-12 трансформатора Т4 выпрямительный мост VD1. Его сглаживает конденсатор С3. На инвертирующие входы всех компараторов поступает часть этого напряжения, определяемая делителем R5R6R15.

Логику работы устройства в целом иллюстрирует **таблица**. При сетевом напряжении более 218 В значения напряжения на инвертирующих входах

$U_{вх}$, В	Уровни (H — высокий, L — низкий) на выходах элементов							Коэффициент повышения	Включён светодиод	Открыт симистор
	DA1.2	DA1.3	DA1.4	DD1.1	DD1.2	DD1.3	DD1.3			
>218	L	L	L	H	L	L	L	1	HL1	VS1
198...210	H	L	L	L	H	L	L	1,1	HL2	VS2
180...191	H	H	L	L	L	H	L	1,21	HL3	VS3
<173	H	H	H	L	L	L	H	1,33	HL4	VS4

При повышении входного напряжения переключение происходит при достижении входным напряжением значений 180, 198 и 218 В, при этом выходное каждый раз снижается скачком от 240 до 218 В. Таким образом, при изменении сетевого напряжения от 158 до 240 В выходное поддерживается в пределах от 210 до 240 В.

При установке переключателя SA1 (см. рис. 3) в положение "Обход" входное напряжение поступает прямо на выход, и никакие узлы устройства, кроме вольтметра PV1 и помехоподавляющей цепи R2C2, энергии от сети не потребляют. Этот режим соответствует отсутствию стабилизации выходного напряжения. В среднем положении переключателя SA1 все его контакты разомкнуты, поэтому напряжение на выход не поступает.



скачки не происходили слишком часто, необходим гистерезис. Описанный алгоритм переключения отводов об-

всех компараторов выше, чем на неинвертирующих, а на их выходах установлен низкий логический уровень напряжения. Сигнал с выхода компаратора DA1.2 инвертирует элемент DD1.1 и ещё раз инвертирует элемент DD2.1. Через эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 он включает светодиод HL1 и одновременно поступает на излучающий диод оптрона U1. Открывается симистор VS1, напряжение сети поступает на выход стабилизатора.

При снижении сетевого напряжения на выходах компараторов DA1.3 и DA1.4 один за другим устанавливаются высокие логические уровни. Выходные сигналы всех компараторов, превращённые простейшим логическим узлом на элементах "Исключающее ИЛИ" DD1.1—DD1.4 в позиционный код, через эмиттерные повторители на транзисторах VT2—VT4 включают излучающие диоды симисторных оптронов U2—U4. Оптроны, в свою очередь, включают соответственно симисторы VS2—VS4, и выходное напряжение остаётся в заданных пределах. С повышением напряжения в сети описанные процессы происходят в обратном порядке.

Между выходами элементов микросхемы DD1 и входами триггеров Шмитта микросхемы DD2 установлены RC-цепи, обеспечивающие задержку открывания очередного симистора относительно момента прекращения сигнала, разрешавшего открывание предыдущего. Это необходимо для предотвращения состояний, в которых одновременно открыты два симистора. Диоды VD4—VD7, включённые параллельно резисторам этих цепей, обеспечивают быстрое снятие разрешающего сигнала с симисторного оптрона в выключаемом канале. Длительность задержки

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

открывания фотодинисторов оптронов U1—U4, которая должна гарантированно превышать половину периода напряжения сети, можно рассчитать по формуле

$$t_з \approx R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{пит}}{U_{пит}-U_{пор}}\right) =$$

$$= 330 \cdot 0,047 \cdot \ln\left(\frac{5}{5-3,3}\right) = 16,7 \text{ мс},$$

где R — сопротивление резистора цепи задержки, кОм; C — ёмкость конденсатора этой цепи, мкФ; $U_{пит}$=5 В — напряжение питания; $U_{пор}$ = 3,3 В — типовое пороговое напряжение триггера Шмитта микросхемы HCF4093B при повышении входного напряжения на объединённых входах. Согласно паспортным данным этой микросхемы, допускается его разброс на ±0,7 В, поэтому при указанных номиналах резисторов и конденсаторов задержка может находиться в пределах от 12 до 24 мс. Если предположить, что реальный разброс вдвое меньше, задержка будет находиться в пределах от 14 до 20 мс, что уже более приемлемо, но требует контроля при налаживании устройства.

Чтобы исключить одновременное включение нескольких симисторов при переходных процессах, следующих за моментом подачи напряжения сети, введён узел задержки на детекторе понижения напряжения DA3. В момент подачи сетевого напряжения конденсатор C10 разряжен, за счёт диода VD3 транзистор VT5 закрыт и напряжение на его эмиттере близко к нулю. Излучающие диоды оптронов U1—U4 выключены.

По достижении напряжением на конденсаторе C10 значения около 1 В начинает работать микросхема DA3, её выходной транзистор открывается, напряжение на выходе становится равным нулю. Оно сохраняется таким до достижения напряжением на конденсаторе C10 значения 4,2 В, на что уходит около 200 мс, которых достаточно для завершения переходных процессов. В этот момент выходной транзистор микросхемы DA3 будет закрыт, а напряжение на базе и эмиттере транзистора VT5 скачком увеличится до близкого к напряжению питания. Оптроны заработают, будет открыт нужный симистор.

Во время сварочных работ в сети возникают сильные колебания напряжения, которые приводят, если не принять специальных мер, к очень частым переключениям симисторов. Для борьбы с этим явлением постоянная времени разрядки конденсатора C3 выбрана довольно большой — около 8 с. В результате при резком снижении входного напряжения переход на следующую ступень происходит примерно через 1 с, а кратковременные провалы во входном напряжении переключений не вызывают. В то же время постоянная времени зарядки конденсатора C3 невелика, и с повышением напряжения сети переключение произойдёт практически мгновенно. Такой способ "борьбы со сваркой" значительно проще применённого в [3] и эффективнее его, поскольку стабилизатор не выключается полностью, а продолжает реагировать на повышение напряжения в сети.

На схеме стабилизатора (см. рис. 3) показано также подключение к обмоткам контактов разъёма XS1, что позволяет использовать его для питания различных низковольтных потребителей. Вторичные обмотки трансформаторов ТПП319-127/220-50 рассчитаны на ток 8 А, чем и определяется указанная во врезке к статье предельная мощность нагрузки стабилизатора. Однако следует отметить, что она зависит и от свойств переключателя SA1, который должен позволять коммутировать указанный ток.

Автотрансформатор для стабилизатора можно изготовить самостоятельно, взяв за основу один или несколько трансформаторов питания от ламповых телевизоров [4—6]. Такие трансформаторы имеют обозначения, состоящие из букв ТС, дефиса и числа, соответствующего его мощности в ваттах.

Такой трансформатор после перемотки вторичных обмоток сможет обеспечить выходной ток стабилизатора, равный частному от деления его мощности на суммарное напряжение всех необходимых вторичных обмоток (23 + 25,3 + 27,6 ≈ 76 В). А по выходному току можно определить максимальную мощность нагрузки стабилизатора.

Например, при использовании двух трансформаторов ТС-200 суммарной мощностью 400 Вт допустим выходной ток до 400/76 = 5,26 А, а максимальная мощность нагрузки (при выходном напряжении, равном номинальному в сети) — 230×5,26 = 1210 Вт. Таким образом, предельная мощность нагрузки стабилизатора в три раза превысит суммарную мощность использованных трансформаторов.

Имеющиеся на трансформаторах вторичные обмотки следует аккуратно смотать (они обычно намотаны поверх половин первичной), подсчитав при этом число витков накальной обмотки $N_н$, намотанной самым толстым проводом. Напряжение этой обмотки под нагрузкой — 6,3 В, поэтому для вторичной обмотки на напряжение U число витков N_U можно найти по формуле

$$N_U = N_н \cdot \frac{U}{6,3}.$$

Если магнитопровод трансформатора П-образный (как у трансформатора ТС-200-2), каждую секцию вторичной обмотки следует разделить на две равные части, намотать их на разных кернах магнитопровода трансформатора и соединить половины последовательно согласно. При противофазном соединении суммарное напряжение будет равно нулю, и нужно будет поменять местами выводы любой из половин.

При трёх трансформаторах можно для упрощения намотать на каждом по одной из вторичных обмоток. Если предполагается использовать трансформаторы разной мощности, на наименее мощном из них следует намотать обмотку с наименьшим напряжением, а на наиболее мощном — с наибольшим.

Половины первичных обмоток (на разных кернах) также следует соединить согласно. Обязательно первый раз включайте изготовленный трансформатор в сеть через плавкую вставку. При неправильном соединении половин первичной обмотки она спасёт от возможного пожара.

Диаметр провода вторичных обмоток d в миллиметрах (без изоляции) можно найти по формуле

$$d = 0,7\sqrt{I},$$

где I — ток вторичной обмотки, А.

Наиболее прочная изоляция у обмоточного провода ПЭВ-2, удобен также провод в шёлковой изоляции ПЭЛШО. Наматывают обмотку аккуратно, виток к витку, слои изолируют между собой прокладками из писчей бумаги. После намотки нужно собрать магнитопровод так, как он был собран ранее, и тщательно его стянуть винтами или обоймой — это уменьшит гудение.

Большинство элементов стабилизатора смонтированы на печатной плате размерами 120×85 мм, чертёж которой и схема расположения элементов на ней приведены на **рис. 5**. Все отверстия в плате расположены по сетке 2,5×2,5 мм. Для подключения внешних по отношению к плате цепей в неё впаяны контактные штыри от разъёмов серии 2РМ. Диаметр штырей — 1,5 мм для цепей симисторов и 1 мм — для остальных. К присоединяемым к ним проводам припаяны гнёзда от таких же разъёмов. Цвет проводов соответствует указанному на схемах рис. 3 и рис. 4, а контактные штыри для них промаркированы надетыми отрезками термоусаживаемой трубки соответствующего цвета.

На плате установлены импортные оксидные конденсаторы — аналоги К50-35. Конденсаторы C15—C18 (а также C1 и C2 на рис. 3) — металлоплёночные К73-17. Конденсаторы C11—C14 нежелательно применять керамические, особенно если предполагается пользоваться стабилизатором при минусовой температуре. Здесь также подойдут конденсаторы К73-17, которые значительно термостабильнее керамических конденсаторов равной ёмкости.

Микросхему HCF4093BEY можно заменить другой 4093, 4093B в корпусе DIP14 или микросхемой К561ТЛ1, а счетверённый ОУ LM324N — на К1446УД3 или К1401УД2. В последнем случае нужно иметь в виду, что выводы питания микросхемы К1401УД2 расположены зеркально по отношению к микросхеме LM324N. Поэтому при установке на плату микросхемы К1401УД2 следует развернуть на 180°, не меняя рисунка печатных проводников. При использовании микросхемы К1446УД3 сопротивление резисторов R12—R14 следует уменьшить приблизительно на 20 % для сохранения ширины петель гистерезиса. Дело в том, что ОУ микросхемы К1446УД3 относятся к классу rail-to-rail, где максимальный и минимальный уровни выходного напряжения равны потенциалам соответственно плюсового и минусового выводов питания. В результате размах выходного напряжения несколько больше, чем у ОУ микросхем LM324N и К1401УД2.

Детектор понижения напряжения КР1171СП42 можно заменить на MCP100-450, MCP100-460 или MCP100-475 [7].

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Вместо транзистора КТ3102ГМ допустимо установить КТ3102ЕМ. Выпрямительные мосты VD1, VD2, диоды VD3—VD7 — любые кремниевые малогабаритные. Резисторы R12—R18 следует использовать с допуском не хуже ±5 %.

Интересно, что в рассматриваемой конструкции набор элементов "Исключающее ИЛИ" К561ЛП2 можно заменить дешифратором К561ИД1. Входы 1, 2, 4 дешифратора следует подключить к выходам компараторов, а выходы 0, 1, 3, 7 — к цепям задержки.

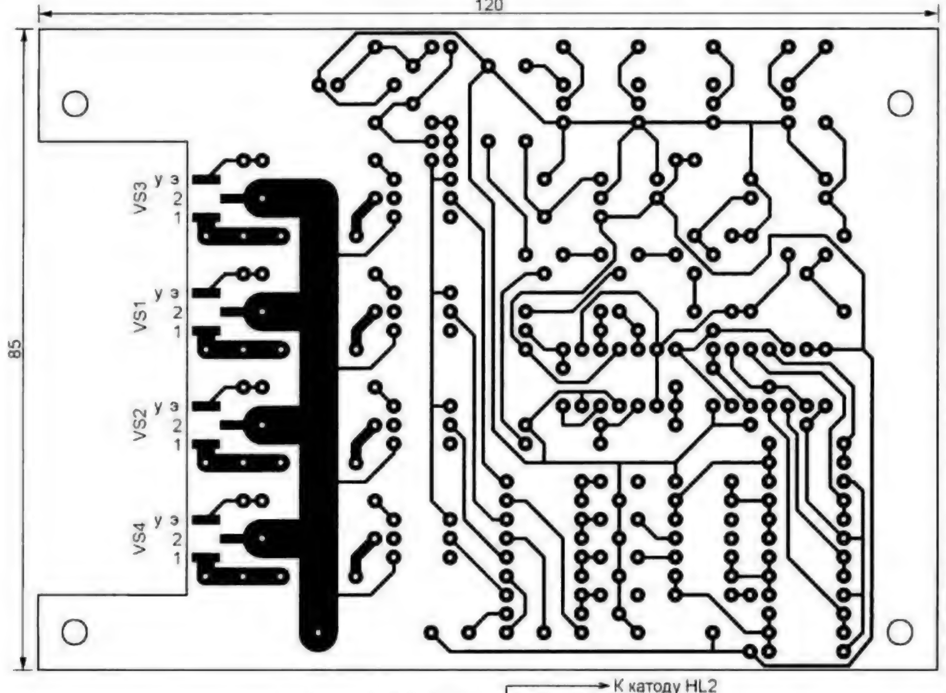
Симисторы ВТА16-600BW заменять другими нежелательно. Индекс W в их обозначении означает, что эти симисторы допускают увеличенную скорость нарастания напряжения между основными электродами, не выходя из закрытого состояния. Кроме того, симисторы этой серии имеют полностью изолированный от всех электродов металлический теплоотводящий фланец, что позволяет устанавливать их на не изолированный от корпуса стабилизатора теплоотвод. Если же использовать симисторы, фланец которых соединён с электродом 2, следует изолировать их общий теплоотвод от корпуса стабилизатора.

Тринисторные оптроны МОС3043М заменяются аналогичными, имеющими встроенный узел, гарантирующий открывание симистора в момент перехода мгновенного значения приложенного к нему напряжения через ноль [8]. Если используемые оптроны открываются большим, чем 5 мА, током управления, необходимо обратно пропорционально требуемому току изменить сопротивление резисторов R29—R32.

Как показал опыт, установка демпфирующих RC-цепей (например, R41C15) требуется больше для оптронов, чем для симисторов. Рекомендации по выбору параметров этих цепей приведены в [8] и [9].

Цифровой вольтметр переменного напряжения PV1 — готовый импортный, приобретён в интернет-магазине. Измеряемое напряжение частотой 50 Гц — от 70 до 500 В, погрешность — ± 1 %, габариты — 48×22×29 мм.

Трансформатор Т4 можно исключить, если использовать вместо него, выпрямителя на диодном мосте VD2 и стабилизатора напряжения DA2 готовый стабилизированный преобразователь напряжения сети в постоянное 5 В. Здесь может подойти зарядное устройство для сотового телефона. Следует, однако, иметь в виду, что стабильность выходного напряжения зарядных устройств обычно невысока, а само оно незначительно превышает 5 В. Необходимо убедиться, что это напряжение практически не изменяется при подключении к выходу зарядного устройства резистора сопротивлением 50...100 Ом и при изменении напряжения в сети от 120 до 250 В. Если это не так, на выход зарядного устройства следует установить микросхему-



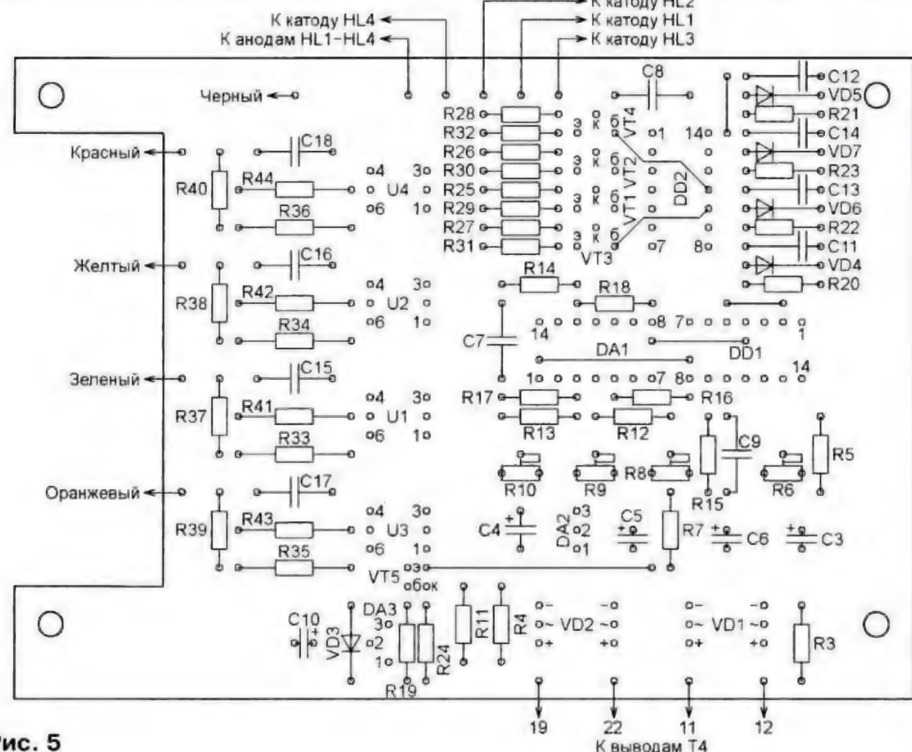


Рис. 5



Рис. 6

стабилизатор напряжения 5 В с низким падением напряжения между входом и выходом (так называемый low drop стабилизатор), например, LM2931Z-5.0 или КР1158ЕН5 с любым буквенным индексом.

При исключении трансформатора Т4 вместо напряжения 28 В на мост VD1 нужно подать напряжение сети, а сопротивление резисторов R3, R5, R6 увеличить приблизительно в восемь раз. Конденсатор С3 установить ёмкостью 3,3 мкФ на напряжение 400 В. Следует иметь в виду, что в результате этих переделок все элементы стабилизатора будут находиться под напряжением сети.

Трансформаторы Т1—Т3 закреплены между двумя металлическими поддонами размерами 387×177×20 мм от разобранных устройств ЕС ЭВМ. На переднем, согласно **рис. 6**, поддоне смонтированы переключатель SA1, вольтметр PV1, держатель предохранителя FU1, светодиоды HL1—HL4, две пары выходных гнёзд XS2, XS3 и 12-контактный разъём XS1 ШР32П12НГ3 для подключения низковольтных потребителей. На заднем поддоне закреплён трансформатор Т4.

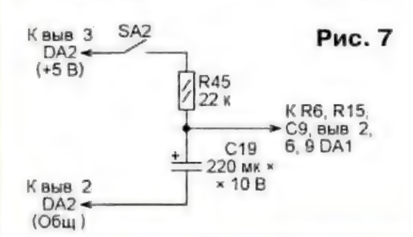


Рис. 7

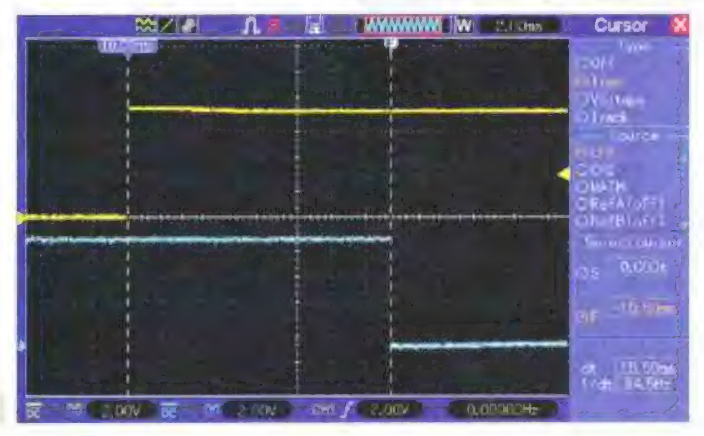


Рис. 8

В качестве теплоотвода для симисторов использован алюминиевый брусок сечением 10×25 мм, служащий распоркой, соединяющей поддоны. По нему тепло от симисторов отводится на корпус. К этой же стойке и другой аналогичной прикреплена печатная плата. Выводы симисторов следует припаивать к контактным площадкам на печатной плате лишь после установки симисторов на теплоотвод, к которому прикреплена и печатная плата.

При налаживании стабилизатора сначала следует подключить к сети только трансформатор Т4 и установить на движках подстроечных резисторов R8—R10 напряжения соответственно 2,14; 1,95 и 1,77 В относительно общего провода, а на резисторе R15 — 1/100 текущего значения напряжения в сети. Используя лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), проверить порядок включения светодиодов HL1—HL4 в соответствии с приведённой ранее таблицей. Пороги переключения коэффициентов повышения напряжения должны соответствовать указанным при описании рис. 2. При необходимости можно поточнее отрегулировать подстроечными резисторами R8—R10 пороги переключения, а для изменения ширины петли гистерезиса какого-либо компаратора подобрать его входной резистор (R12—R14). Ширина этой петли прямо пропорциональна сопротивлению соответствующего резистора.

Целесообразно проверить исправность цепей задержки открывания симисторов (элементы R20—R23, С11—С14, VD4—VD7), отключив мост VD1 от трансформатора Т4 и подключив к точке соединения резисторов R6 и R15 цепь, схема которой приведена на **рис. 7**. При замкнутом выключателе SA2 напряжение на конденсаторе С19 плавно нарастает от нуля до 2,5 В, при разомкнутом — спадает до нуля. Следует проверить осциллографом со ждущей развёрткой наличие задержки спадающего перепада импульса на выходе каждого триггера Шмитта (DD2.1—DD2.4) относительно нарастающего перепада импульса на выходе соответствующего элемента "Исключающее ИЛИ" (DD1.1—DD1.4). На осциллограмме **рис. 8**, где скорость развёртки 2 мс/дел., эта задержка равна 15,5 мс при допустимых пределах 14...20 мс.

После этого можно восстановить подключение симисторов к трансформаторам (перед первым включением установив в цепь электрода 2 каждого симистора плавкую вставку на 5 А), подключить нагрузку мощностью 100...200 Вт и проверить показанную на рис. 2 зависимость выходного напряжения от входного. При эксплуатации стабилизатора можно оперативно регулировать подстроечным резистором R6 интервал изменения выходного напряжения, например, установить его 200...230 В.

Полезные советы по конструктивному оформлению стабилизатора, обеспечивающему его пожарную безопасность, можно найти в [3].

Как при налаживании, так и во время эксплуатации стабилизатора следует помнить, что при резком уменьшении напряжения в сети переключение стабилизатора происходит с весьма заметной задержкой — около секунды на каждую ступень.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Релейно-трансформаторный стабилизатор переменного напряжения. — Схемотехника, 2003, № 7, с. 26—28.

2. **Сидоров И. Н., Мукосеев В. В., Христинин А. А.** Малогабаритные трансформаторы и дроссели. Справочник. — М.: Радио и связь, 1985.

3. **Майоров М.** Стабилизатор сетевого напряжения для холодильника. — Схемотехника, 2002, № 2, с. 53—59.

4. **Кузинец Л. М., Соколов В. С.** Узлы телевизионных приёмников. — М.: Радио и связь, 1987.

5. **Сидоров И. Н., Биннатов М. Ф., Васильев Е. А.** Устройства электропитания бытовой РЭА. — М.: Радио и связь, 1991.

6. **Сидоров И. Н., Скорняков С. В.** Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. — М.: Радио и связь, 1994.

7. **Потапчук М.** Супервизоры серии MCP10X фирмы Microchip. — Схемотехника, 2006, № 1, с. 10, 11.

8. MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M, MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M 6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak). — URL: **http://www.farnell.com/datasheets/1639837.pdf** (12.12.17).

9. **Николайчук О.** Управление нагрузкой на переменном токе. — Схемотехника, 2003, № 4, с. 25, 26.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Автоматическая водокачка

М. ТКАЧУК, г. Алматы, Казахстан

В статье рассмотрено автоматическое устройство наполнения водой расходного бака системы капельного полива растений на дачном участке в случае отсутствия постоянной водопроводной сети. Оно может найти применение во всех случаях, когда требуется автоматически поддерживать количество воды в баке в определённых пределах. Например, для управления насосом, установленным в колодце и заполняющим водой расходный бак локальной водопроводной сети дачного дома.

В Интернете можно найти описания множества устройств различной степени сложности, служащих для автоматического заполнения ёмкости водой. Моя разработка такого устройства основывалась на следующих факторах. Исходя из климатических условий в южной части Казахстана, летом требуется часто поливать растения на дачных участках, в том числе капельным методом, который повышает качество полива и снижает расход воды. В уже имеющейся на даче простейшей самотёчной системе капельного полива расходный водяной бак расположен на высоте около 2 м над поверхностью грунта. Но оказалось, что воды в этом баке не хватает на неделю, если наполнять его лишь по выходным дням, посещая дачу. Поэтому возникла идея автоматизировать этот процесс.

Ситуация осложнялась тем, что запасы воды расположены на одном краю дачного участка в большом накопительном баке, установленном на земле, а поливаемые грядки — на удалении 35 м от него на другом краю участка. Кроме того, вблизи грядок нет электросети. Для решения этой проблемы и была предназначена предлагаемая автоматическая система наполнения водой расходного бака. В ней блок датчиков наполнения бака было решено питать от автономной аккумуляторной батареи напряжением 12 В, а связь между ним и блоком управления насосом, подающим воду из накопительного бака в расходный, организовать по радиоканалу.

Рис. 1

Датчик уровня воды в расходном баке был изготовлен их трёх электродов — полос нержавеющей стали, закреплённых на изоляционной пластине и нижними концами погружённых в бак. Электрод В (верхнего уровня) касается воды только при её максимально допустимом уровне в баке. А электрод Н (нижнего уровня) погружён в воду, когда её уровень выше минимально допустимого. Третий электрод О — общий, длина его не меньше, чем электрода Н. Электроды не должны контактировать между собой и со стенками бака.

Для передачи и приёма радиосигналов управления насосом применены готовые передающий и приёмный модули, работающие на частоте 433 МГц, из комплекта, изображённого на **рис. 1**. Команды управления представляют собой последовательности импульсов, включающие и выключающие передатчик в соответствии с кодами, зависящими от того, какая кнопка нажата. В исходном состоянии уровни напряжения на всех выходах приёмника низкие. Приёмный модуль, приняв сигнал, устанавливает на своём выходе, соответствующем полученной команде (нажатой на передатчике кнопки), высокий логический уровень. Он остаётся таким, пока не будет принята команда, устанавливающая высокий уровень на другом выходе и одновременно низкий на всех остальных, в том числе и на первом. Подходящий вариант самостоятельно изготовленных приёмного и передающего модулей описан в [1].

Схема блока, контролирующего уровень воды в баке и передающего сигналы управления насосом, показана на **рис. 2**. Его основа — микроконтроллер DD1 PIC12F675-I/P [2], в память которого загружены коды из файла LW_R.hex, приложенного к статье. Программа разработана и скомпилирована с помощью системы разработки программ MikroBasic PRO for PIC V3.2. Для просмотра исходного текста этой программы (файла LW_R.mbas, тоже имеющегося в приложении), внесения в него изменений и повторной компиляции можно использовать и более поздние версии этой системы, в том числе бесплатные демонстрационные, имеющиеся на сайте **www.mikroe.com**. Благодаря

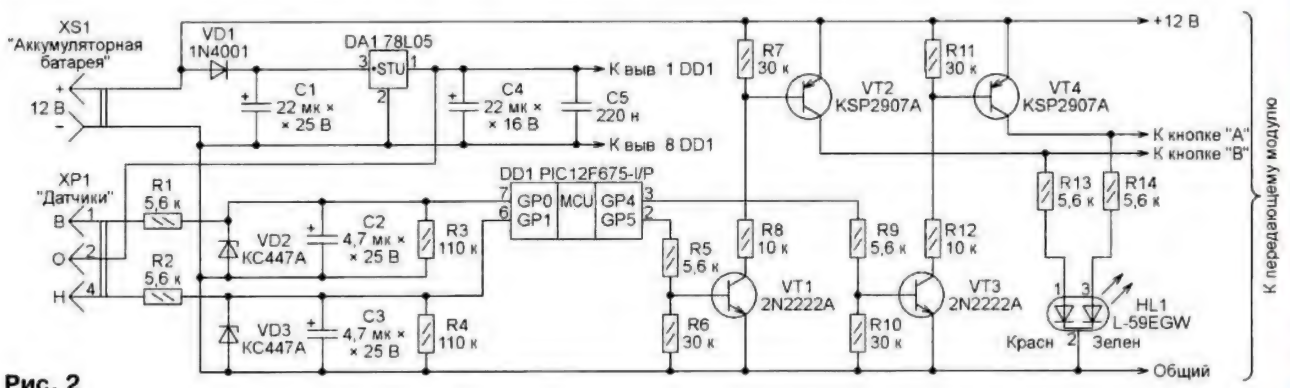


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

небольшому объёму программы LW_R ограничения на использование демонстрационной версии компилятора не действуют.

Автоматически устанавливаемая при загрузке указанного выше файла конфигурация микроконтроллера предусматривает его тактирование от встроенного генератора, поэтому отпала необходимость во внешнем кварцевом резонаторе. Подача питания на блок датчиков запускает тактовый генератор микроконтроллера и начинается выполнение программы.

Входы микроконтроллера GP0 и GP1 сконфигурированы как цифровые, но использовано их свойство воспринимать напряжение 0...2,5 В как низкий логический уровень, а более высокое (вплоть до напряжения питания) — как высокий логический уровень. Элементы, установленные на этих входах, выполняют защитные функции. Стабилитроны VD2 и VD3 ограничивают положительное напряжение на них до 4,7 В, а отрицательное — до безопасного для микроконтроллера прямого падения напряжения на p-n переходах стабилитронов. Конденсаторы C2 и C3 подавляют наводки переменного напряжения на провода, соединяющие входы блока с датчиками, и на сами датчики.

Резисторы R3 и R4 нужны для разрядки конденсаторов C2 и C3. Когда бак наполнен водой доверху, эти конденсаторы заряжены почти до напряжения питания через резисторы R1, R2 и проводимость воды. По мере расходования воды осушается электрод В, а впоследствии и электрод Н. Сопротивление между не касающимся воды электродом и электродом О резко возрастает, и соответствующий конденсатор быстро разряжается через резистор R3 или R4 почти до нуля, что микроконтроллер воспринимает как изменение состояния датчика.

Управляющие передатчиком сигналы программа формирует на выходах GP4 и GP5 микроконтроллера. Далее на транзисторах VT1—VT4 выполнены преобразователи уровней сигналов. Они необходимы, потому что напряжение на выходе микроконтроллера DD1 не может превысить напряжение его питания (5 В), а применённый передающий радиомодуль работает от напряжения 12 В. Такого же уровня должны быть управляющие им сигналы, подаваемые в данном случае на связанные с входами микросхемы шифратора передатчика контакты кнопок "А" и "В". Двухцветный светодиод HL1 предназначен для индикации подаваемых команд.

Допустим, расходный бак пуст. При этом электроды В, О и Н не касаются воды, поэтому на входах GP0 и GP1 микроконтроллера DD1 напряжение нулевое относительно его вывода 8 (общего провода). Ход выполнения программы, загруженной в микроконтроллер DD1, будем отслеживать по её исходному тексту.

Оно начинается с инициализации линий порта GPIO. Линии GP4 и GP5 конфигурируются как выходы, а остальные — как цифровые входы. Во фрагменте программы, начинающемся с метки L1, организован цикл while...wend (строки 28—42), в котором строка 31 проверяет условие a–b = 0, где a — логическое значение уровня напряжения на входе GP0 (состояние датчика В); b — логическое значение уровня напряжения на входе GP1 (состояние датчика Н). В рассматриваемом случае оно будет выполнено, поэтому строкой 32 на выходе GP4 будет установлен высокий логический уровень. В результате откроются транзисторы VT3 и VT4, на кнопку "А" передающего модуля поступит напряжение +12 В. Модуль передаст кодированный радиосигнал, который должен включить насос, подающий воду в расходный бак.

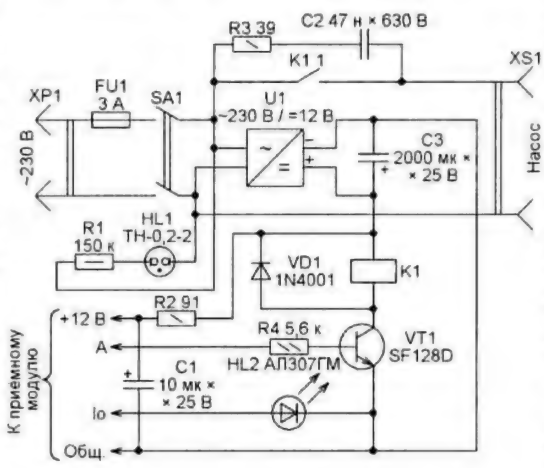


Рис. 3

После заданной строкой 33 паузы длительностью 0,7 с строка 34 установит на всех выходах порта GPIO низкий уровень, все транзисторы будут закрыты, а передача прекращена. Ещё через 1 с (строка 35) в строке 39 будет проверено условие a+b = 2. В рассматриваемом случае оно не будет выполнено, поэтому программа после однократного выполнения тела цикла выйдет из него и, перейдя к метке L2 (строка 44), войдёт в другой цикл while...wend (строки 44—54). На выходе GP4 периодически будет на 0,7 с устанавливаться высокий уровень, а на 1 с — низкий, пока в строке 51 не будет выполнено условие a<b.

Схема приёмно-исполнительного блока системы изображена на **рис. 3**. Здесь следует вспомнить описанное ранее свойство его приёмного модуля. Получив первое же сообщение о нажатии на кнопку "А" передатчика, он установит на своём выходе А высокий логический уровень напряжения. Это откроет транзистор VT1, реле K1 сработает и своими контактами подаст напряжение сети на насос, подающий воду в расходный бак.

Периодическое повторение этого сообщения состояние уже включённого насоса не изменит. Оно требуется лишь для того, чтобы всё-таки включить насос, если предыдущие сообщения, требующие это сделать, по какой-либо причине "не прошли". Например, по той причине, что отсутствовало напряжение в электросети либо выключатель SA1 был разомкнут, поэтому преобразователь сетевого напряжения в постоянное 12 В U1, а с ним и весь блок не работали.

По мере наполнения бака вода в нём достигнет датчиков О и Н. В блоке контроля уровня воды по цепи датчик О, датчик Н, резистор R2, резистор R4 потечёт ток. Напряжение на входе GP1 микроконтроллера превысит +2,5 В, что он воспримет как высокий логический уровень на этом входе.

Условие a–b = 0 в строке 31 теперь не будет выполнено, следовательно, программные строки 32—35 будут проигнорированы. В строке 39 проверка условия a+b = 2 даст аналогичный результат. В результате на выходе GP4 микроконтроллера более не появится высокий логический уровень, он станет низким.

Программа микроконтроллера DD1 войдёт в цикл, в котором на выходах GP4 и GP5 поддерживаются низкие уровни. Нажатия на кнопку "А" теперь не имитируются, и никакие сообщения не передаются. Но при этом насос продолжает подавать воду в расходный бак, так как приёмник запомнил, что была принята команда включения насоса.

Когда вода в расходном баке достигнет датчика В, напряжение на входе GP0 микроконтроллера DD1 станет соответствовать высокому уровню. Следовательно, условие a+b = 2 в строке 39 будет выполнено, что разрешит безусловный переход на метку L2.

Если оба датчика В и Н погружены в воду, будет выполнено и условие в строке 31. При этом передатчик подаст одиночную команду включения насоса, но это ничего не изменит, поскольку насос уже работает.

Строка 45 установит на выходе GP5 высокий уровень, что откроет транзисторы VT1 и VT2, имитируя нажатие на кнопку "В". Будет передано сообщение о нажатии на эту кнопку. Приёмник, получив это сообщение, сменит высокий уровень на выходе А низким. Насос будет выключен, и подача воды в расходный бак прекращена. Через 0,7 с строкой 47 программы передача этого сообщения будет прекращена, но приёмник не изменит своего состояния и насос останется выключенным.

Пока датчики уровня воды В и Н находятся в воде, команды выключения насоса циклически (0,7 с — передача, 1 с — пауза) повторяются. По мере расхода воды её уровень в баке понижается. Как только контакт датчика В с водой нарушится, будет выполнено условие a<b в строке 51, что вызовет безусловный переход к метке L1. Циклическая передача команды выключения насоса прекратится.

Начнётся цикл, в котором проверяются условия в строках 31 и 39. Пока они не выполнены, на выходах GP4 и GP5 микроконтроллера уровни остаются низкими, никакие команды не передаются. Это продолжается до тех пор, пока датчик Н не потеряет контакт с водой, после этого все процессы, описанные выше, начнутся заново.

В собранном экземпляре системы применены имевшиеся под рукой элементы и детали. В качестве U1 (пре-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

образователя переменного напряжения сети в постоянное) в блоке управления насосом использован отремонтированный импульсный сетевой адаптер с выходным напряжением 12 В при токе нагрузки 300 мА. Корпус с него был снят. Здесь подойдёт любой, желательно стабилизированный источник постоянного напряжения 12 В, допускающий ток нагрузки, не меньший потребляемого обмоткой применённого реле. В авторской конструкции установлено реле Cormano E-15 с сопротивлением обмотки 270 Ом.

Так как в дальнейшем не предполагалось тиражировать эту систему, печатные платы не разрабатывались, детали были размещены на макетных платах с использованием навесного монтажа. Соединения выполнены проводом МГТФ. Собранные узлы помещены в готовые корпусы подходящих размеров. Отдельные детали и монтажные платы закреплены в них термоклеем.

Внешний вид собранного блока, контролирующего уровень воды в расходном баке и передающего команды блоку управления насосом, показан на **рис. 4**. Здесь в типовом пластиковом корпусе с внешними размерами 160×90×60 мм находятся основная плата этого блока и плата передающего модуля. XS1 — стандартное гнездо питания 5,5×2,1 мм. В качестве разъёма XP1 применена четырёхконтактная вилка THP-4M, обычно используемая как разъём питания в компьютерных дисководах. Провода, идущие к кнопкам передающего модуля, следует припаять к тем их контактам, печатные проводники от которых соединены с выводами имеющейся в модуле микросхемы-шифратора.

Датчик уровня воды соединён с блоком контроля электрическим силовым кабелем сечением 3×1,5 мм² в двойной изоляции. Длина кабеля — около 2,5 м. Автономным источником питания служит аккумуляторная батарея на 12 В ёмкостью 7,2 А·ч. Её энергии хватает на три-четыре недели непрерывной работы блока, контролирующего уровень воды в баке. Напряжение батареи проверяли при еженедельном посещении дачи. Если оно было менее 11 В, разряженную батарею заменяли предварительно заряженной.

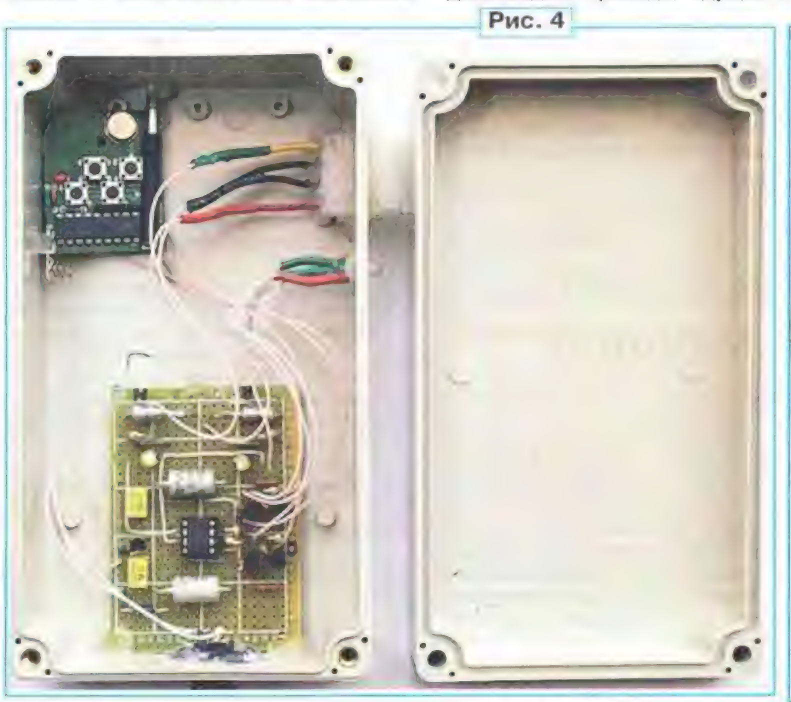

Рис. 4


Рис. 5

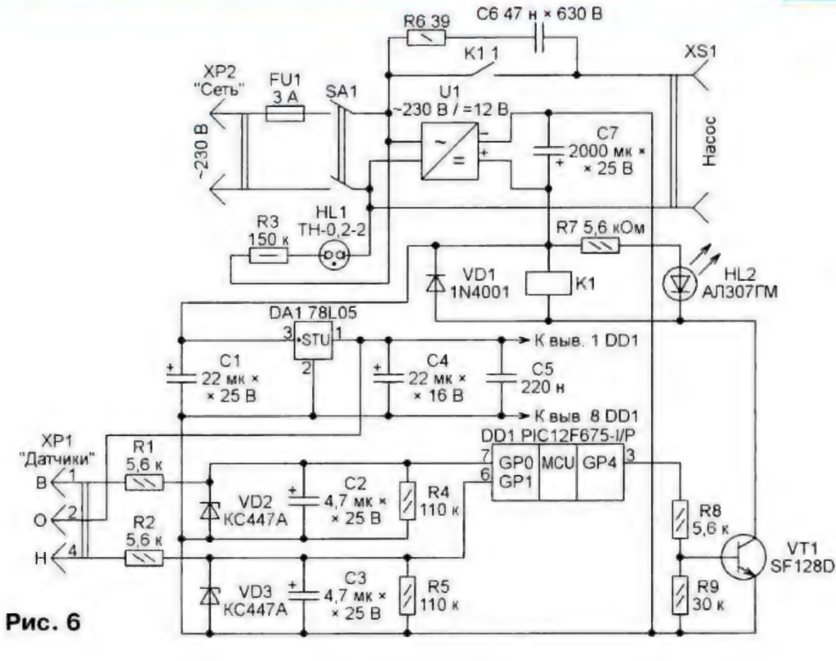


Рис. 6

Исправность системы, в том числе радиоканала, проверяли, временно отсоединяя от разъёма XP1 кабель, связывающий его с датчиками, что при отсутствии неполадок приводило к включению насоса.

Вид на монтаж блока, который управляет насосом и расположен у накопительного бака с водой, показан на **рис. 5**. Этот блок тоже собран в готовом корпусе размерами 120×80×65 мм, куда помещены приёмный модуль, импульсный сетевой блок питания на 12 В и монтажная плата с реле, транзистором и другими элементами. В качестве разъёма XS1 на одной из стенок корпуса установлена обычная электрическая розетка для внешней проводки. На других стенках размещены держатель плавкой вставки FU1, выключатель SA1, патрон с неоновой лампой HL1 и светодиод HL2. В корпус заведён и закреплён в нём сетевой питающий кабель со стандартной вилкой XP1. Блок управляет насосом UPS 32-60 180 мощностью 90 Вт, исходно предназначенным для работы в качестве перекачивающего в автономных системах отопления.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Поскольку предполагалось, что блоки будут длительное время находиться на дачном участке без надзора, при их изготовлении были приняты все необходимые меры электро- и пожарной безопасности. Блоки были помещены в металлические антивандальные ящики, запираемые на ключ. Снаружи оставались только их антенны. Была предусмотрена защита от осадков. Кабели, идущие к насосу и блоку управления, защищены от повреждений металлическими трубами.

Если дистанционное управление насосом не требуется, образующие её блоки можно упростить и объединить в один, схема которого показана на **рис. 6**. В память микроконтроллера DD1 в данном случае следует загрузить коды из файла LW_Rv1.hex, который вместе с файлом исходного текста LW_Rv1.mbas имеется в приложении к статье. Алгоритм работы здесь прежний — при пустом баке насос включается, по достижении водой уровня верхнего датчика выключается, а после израсходования воды вновь включается.

В описанной системе не предусмотрено выключение закачивающего насоса в случае отсутствия воды в её источнике (накопительном баке). Нет защиты и от переполнения расходного бака, если отказал блок контроля уровня воды в нём. Однако при практической эксплуатации системы на дачном участке никаких неприятностей по указанным причинам не случалось. Система работает надёжно даже при частых отключениях электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиокнопка на MRF49XA. — URL: **http://vrtp.ru/index.php?act=categories&CODE=article&article=2827** (02.01.2018).

2. PIC12F629/675 8-Pin, Flash-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41190G.pdf** (02.01.2018).

***От редакции**. Программы микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/irrigat.zip** на нашем FTP-сервере.*

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

"Контроллер доступа Mellon-1"

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

В статье с таким названием ("Радио", 2017, № 11, с. 33—36) был описан контроллер системы доступа. В устройстве предусмотрена микросхема внешней памяти 24LC512, подключённая по шине I²C к микроконтроллеру PIC18F452, однако в прилагаемой к статье версии программы эта память не задействована, коды карточек хранятся во встроенной EEPROM микроконтроллера. Объёма этой памяти (256 байт) хватает для хранения кодов 84 карточек.

Автор доработал программу микроконтроллера, в которой реализована шина I²C и задействована внешняя EEPROM. Сейчас контроллер системы доступа с микросхемой внешней памяти может хранить коды 21000 карточек! Частота шины I²C выставлена предельно возможная — 1 МГц, микросхема памяти 24LC512 её вполне поддерживает.

Добавление кодов карточек, алгоритм работы и пр. — всё осталось без изменений. Единственное, что изменилось — удаление кодов карточек из микросхемы памяти. Для удаления кодов (полного стирания содержимого микросхемы) необходимо активировать функцию "I2C_Delete_all ()" в тексте программы (попросту раскомментировать её), перекомпилировать программу и записать новую прошивку в микроконтроллер.

***От редакции**. Программа и файл прошивки микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/mellon-1v2.zip** на нашем ftp-сервере.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Простой емкостный датчик влажности

И. СЕРЕБРЯННИКОВ, г. Арзамас Нижегородской обл.

Автор статьи "Регулятор влажности в погребе" ("Радио", 2008, № 4, с. 35) В. Марков применил в этой конструкции емкостный датчик влажности весьма больших размеров. Предлагаю пригодный для подобных устройств более компактный и простой в изготовлении датчик — катушку цилиндрической формы без каркаса, намотанную парой свитых между собой лакированных обмоточных проводов. Чтобы емкость между проводами датчика изменялась пропорционально относительной влажности окружающего воздуха, катушка пропитана водной эмульсией желатина и хлористого кальция. По высыхании слой этих веществ между проводами изменяет свои электрические свойства в зависимости от содержания влаги в окружающей среде, что и приводит к изменению емкости. На **фотоснимке** показаны образцы датчиков, сделанных из отрезков провода ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм и длиной 500 мм. Для повышения сопротивления изоляции свободные концы проводов перед нанесением эмульсии покрыты лаком. С помощью именно таких датчиков мы с 2003 г. контролируем влажность в камерах для климатических испытаний аппаратуры.



При использовании эмульсии из чистого желатина заметное изменение емкости наблюдается только при относительной влажности более 50 %. Добавление хлористого кальция повышает чувствительность. При весовом соотношении желатина и хлористого кальция 2:1 типовая емкость датчика при влажности 33 % — 95 пФ, а при влажности 83 % — 196 пФ.

Считаю необходимым отметить, что форма и конструкция датчика принципиального значения не имеют. Это могут быть два любых изолированных проводника, покрытых единым эмульсионным слоем. Например, два участка фольги на стеклотекстолитовой плате, защищенных слоем лака и покрытых влагочувствительным слоем. На той же плате может быть собран электронный блок измерителя влажности.

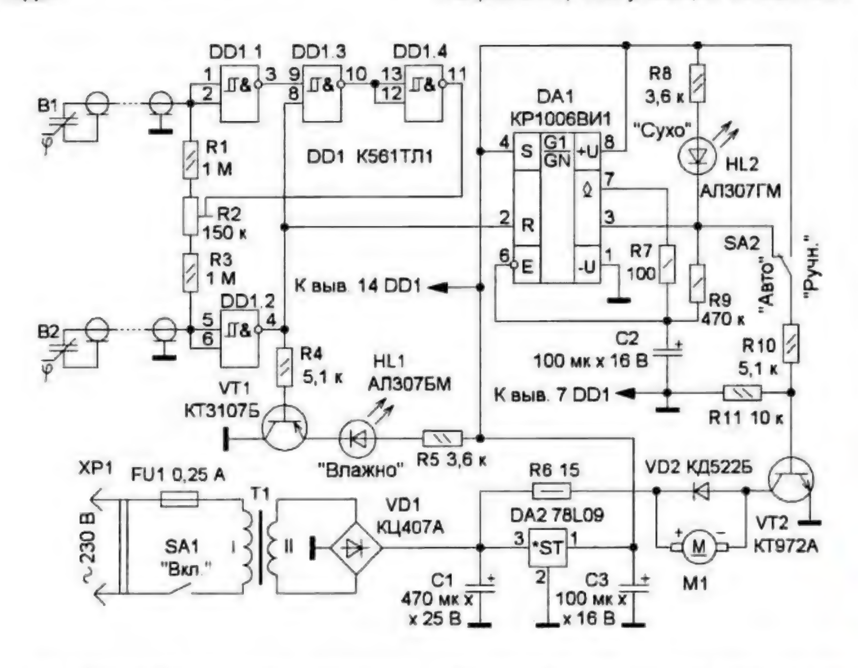
"Радио", 2010, № 1, с. 38

Автомат управления вентилятором с датчиком влажности

И. СЕРЕБРЯННИКОВ, г. Арзамас Нижегородской обл.

Устройство, предлагаемое вниманию читателей, предназначено для автоматического управления принудительным вентилированием помещений с повышенной влажностью. В целях безопасности оно питается напряжением 12 В. Эксплуатация в течение трёх лет в ванной комнате показала его высокую эффективность и надёжность.

Схема автомата представлена на **рисунке**. Принцип его работы основан на сравнении ёмкости датчика влажности B1, установленного в контролируемом помещении, и датчика влажности B2, контролирующего влажность поступающего воздуха из смежного помещения. Использование двух датчиков обусловлено значительным изменением влажности в помещениях в течение года.



На логических элементах микросхемы DD1 собран RC-автогенератор с двумя времязадающими цепями (R1B1 и R3B2). Сигнал положительной обратной связи с выхода элемента DD1.4 через резисторы R1—R3 поступает на датчики B1 и B2. Время достижения напряжения, необходимого для переключения элементов DD1.1 и DD1.2, зависит от ёмкости соответствующего датчика и положения подстроечного резистора R2. В результате формируется последовательность импульсов на выходе того логического элемента, к входу которого подключён датчик с меньшей ёмкостью. Импульсы с выхода элемента DD1.2 запускают мультивибратор, собранный на таймере DA1, который формирует импульс управления вентилятором. Этот импульс обеспечивает включение вентилятора и задержку его выключения. Задержка необходима для исключения неустойчивого состояния автомата при равенстве ёмкостей датчиков. С выхода таймера через переключатель SA2 (в положении "Авто") и резистор R10 импульс поступает на базу транзистора VT2, выполняющего функцию ключа в цепи питания вентилятора M1. Переведя переключатель SA2 в положение "Ручн.", вентилятор включают принудительно. Светодиоды HL1 и HL2 отображают состояние устройства и упрощают его налаживание. Собственно само налаживание сводится к установке порога срабатывания резистором R2. Подборкой резистора R6 изменяют напряжение, поступающее на вентилятор, изменяя тем самым скорость его вращения.

Питается автомат от сетевого блока питания, собранного на сетевом трансформаторе T1, выпрямительном мосте VD1, стабилизаторе напряжения DA2 и сглаживающих конденсаторах C1 и C3.

Большинство элементов смонтированы на макетной печатной плате. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-33, подстроечный — любой малогабаритный серии СП3, конденсаторы — К50-35 или импортные. Таймер КР1006ВИ1 можно заменить импортным таймером серии 555. Замена транзистора КТ3107Б — любой из серий КТ208, КТ209, КТ361. Транзистор КТ972А можно заменить любым средней мощности с допустимым током коллектора не менее 0,5 А. В этом случае, возможно, потребуется уменьшить сопротивление резистора R10 в несколько раз. Можно применить МОП-транзистор с индуцированным n-каналом, например IRFZ44N, но в этом случае резисторы R10 и R11 не устанавливают, а взамен резистора R10 устанавливают проволочную перемычку. Светодиоды — серии АЛ307, а также другие отечественные или импортные маломощные соответствующего свечения, обеспечивающие достаточную яркость при токе около двух миллиампер. Датчики влажности — самодельные, их описание приведено в статье автора (**Серебрянников И.** Простой ёмкостный датчик влажности. — Радио, 2010, № 1, с. 38). Допустимо применить пару ёмкостных датчиков влажности с аналогичными параметрами. Подключение датчиков необходимо выполнить экранированным проводом, лучше всего подойдёт телевизионный коаксиальный кабель одинаковой минимально возможной длины. Это избавит от необходимости подбора дополнительных конденсаторов для выравнивания ёмкостей линий датчиков. Устанавливают "влажный" датчик (B1) за декоративной решёткой вентиляционного канала рядом с вентилятором. "Сухой" датчик (B2) установлен в смежном помещении (коридоре), откуда поступает воздух при включении вентилятора.

Понижающий трансформатор применён от старого магнитофона, его мощность — не менее 4 Вт, а напряжение на вторичной обмотке — 11...12 В. Диодный мост КЦ407А можно заменить отдельными диодами с допустимым обратным напряжением не менее 40 В и прямым током не менее 0,25 А. Стабилизатор 78L09 можно заменить любым маломощным с выходным напряжением 6...10 В и выходным током не менее 20 мА. В качестве вентилятора применён имеющийся под рукой компьютерный кулер STM CRL-120.

От редакции. Чтобы упростить изготовление автомата, на соседней странице приведено описание конструкции датчика влажности из упомянутой в тексте статьи.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Выключатель с однокнопочным управлением

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Идея изготовить данное устройство появилась у автора этих строк во время модернизации старой настольной лампы (**рис. 1**). Она была снабжена двумя патронами, поэтому заманчивой оказалась мысль установить в неё две осветительные лампы разной мощности и включать одну из них или обе сразу, изменяя тем самым освещённость на рабочем столе. Однако высота основания лампы настолько мала, что в нём невозможно разместить даже малогабаритные тумблеры серии МТ, да и сверлить лишние отверстия и портить внешний вид лампы автору не хотелось. В итоге вместо штатного сетевого выключателя была установлена подходящая по размерам кнопка без фиксации, а устройство управления решено было выполнить в корпусе сетевого блока питания. Однако при этом возникла другая проблема — найти пятижильный соединительный кабель сечением хотя бы 0,75 мм^2 автору не удалось, а кабель ПВС 5×1,5 был для настольной лампы явно великоват.

Решить задачу помог выключатель с однокнопочным управлением, предлагаемый вниманию читателей. При первом нажатии на кнопку устройство включает одну лампу, при втором — вторую, при следующем нажатии вторая лампа выключается, и так далее. Для выключения всех ламп надо удерживать кнопку нажатой в течение нескольких секунд. Включение и отключение второй лампы происходят в момент отпускания кнопки, поэтому при отключении освещения (удержании кнопки нажатой) вторая лампа не включается. От схожего по принципу действия устройства [1] предлагаемый выключатель, кроме возможности управления второй лампой, отличается ещё и отсутствием потребления электроэнергии в выключенном состоянии. Кроме того, общий провод осветительных ламп является в этой конструкции общим и для кнопки управления, что позволяет при подключении предлагаемого устройства к настольной лампе обойтись всего четырьмя проводами.

Недостатком выключателя является питание осветительных ламп выпрямленным сетевым напряжением, поэтому с ним можно эксплуатировать только лампы накаливания или КЛЛ и светодиодные лампы, снабжённые импульсным источником питания и имеющие на входе мостовой выпрямитель, а не выпрямитель на одном диоде. Редко, но ещё встречаются светодиодные лампы с источником питания, выполненным с использованием гасящего конденсатора. Эти лампы применять нельзя, как и люминесцентные лампы с "классической" системой питания. Вторым недостатком устройства является гальваническая связь цепи управления с сетью.

Схема выключателя представлена на **рис. 2**. При нажатии на кнопку SB1 положительные полупериоды сетевого напряжения через диод VD1 поступают на вход импульсного источника питания A1 (обозначение элементов сетевого выпрямителя импульсного источника питания начинается с префикса 1). На его выходе появляется постоянное напряжение 5 В, которое через резистор R7 и диод VD5 поступает на затвор полевого транзистора VT3 и открывает его. В цепь стока этого транзистора включена обмотка реле K1, которое срабатывает и контактами K1.1 подаёт сетевое напряжение на диодный мост VD2, а контактами K1.3 подключает цепь затвора полевого транзистора VT1 к выводу 3 микросхемы DA1. Транзистор VT1 открывается, включая лампу EL1. Транзистор VT2 в это время закрыт, так как цепь C2R4 в течение нескольких секунд удерживает на входе R триггера DD1.1 высокий логический уровень, запрещающий его переключение.



Рис. 1

Управление триггером DD1.1 осуществляется с помощью двухканальной транзисторной оптопары U1. При нажатии на кнопку SB1 фототранзистор второго канала оптопары (U1.2) открывается, разряжая конденсатор C1, и на счётном входе C триггера DD1.1 появляется низкий логический уровень. При отпускании кнопки SB1 конденсатор C1 заряжается через резистор R2, и по положительному перепаду на счётном входе триггер DD1.1 переключается в единичное состояние. На его прямом выходе появляется высокий логический уровень, открывающий транзистор VT2, в цепь стока которого включена лампа EL2. Цепь R9C4 служит для устранения влияния дребезга контактов кнопки SB1.

Для отключения ламп необходимо нажать и удерживать в нажатом состоянии кнопку SB1, при этом через открывшийся фототранзистор оптопары U1.1 и резистор R10 начинает заряжаться конденсатор C5. Когда напряжение на этом конденсаторе и, соответственно, на управляющем входе микросхемы DA1 достигнет 2,5 В, микросхема DA1 откроется, напряжение на затворах транзисторов VT1 и VT2 уменьшится до 2 В, поэтому они закроются. Транзистор VT3 при этом остаётся открытым, так как на его затвор через диод VD3 поступает напряжение питания. При отпускании кнопки SB1 транзистор VT3 закрывается, реле отпускает свои контакты и устройство отключается от сети. Время, в течение которого кнопку необходимо удерживать нажатой, можно изменить, увеличив или уменьшив сопротивление резистора R10 и (или) ёмкость конденсатора C5.

Описанному выше схемному решению присущ один недостаток. Светодиоды оптопары питаются не постоянным, а пульсирующим с частотой 100 Гц напряжением, поступающим с диодного моста VD2, поэтому при замыкании контактов кнопки SB1 в момент времени, близкий к переходу напряжения сети через ноль, конденсатор C1 не успевает полностью разрядиться через открывшийся фототранзистор второго канала оптопары. В этом случае при переходе сетевого напряжения через ноль на счётном входе триггера DD1.1 формируется ложный импульс, и триггер переключается в момент нажатия, а не в момент отпускания кнопки SB1. Проявлением этого недостатка является "паразитное" включение лампы EL2 при нажатии и удержании кнопки SB1, когда необходимо выключить лампу EL1. Применительно к настольной лампе этот недостаток не является существенным, но при ином применении устройства может стать той самой "ложкой дёгтя", сводящей на нет его достоинства. Подборкой резистора R2 и конденсатора C1 можно минимизировать вероятность проявления описанного выше недостатка, но не устранить его полностью.

Решением проблемы является питание светодиодов оптопары напряжением со сглаживающего конденсатора импульсного источника питания, как показано на рис. 2 цветными линиями. Однако при этом теряется одно из достоинств данного устройства — возможность работы по четырёхпроводной схеме, поскольку кнопку SB1 придётся подключать к устройству двумя отдельными проводами.

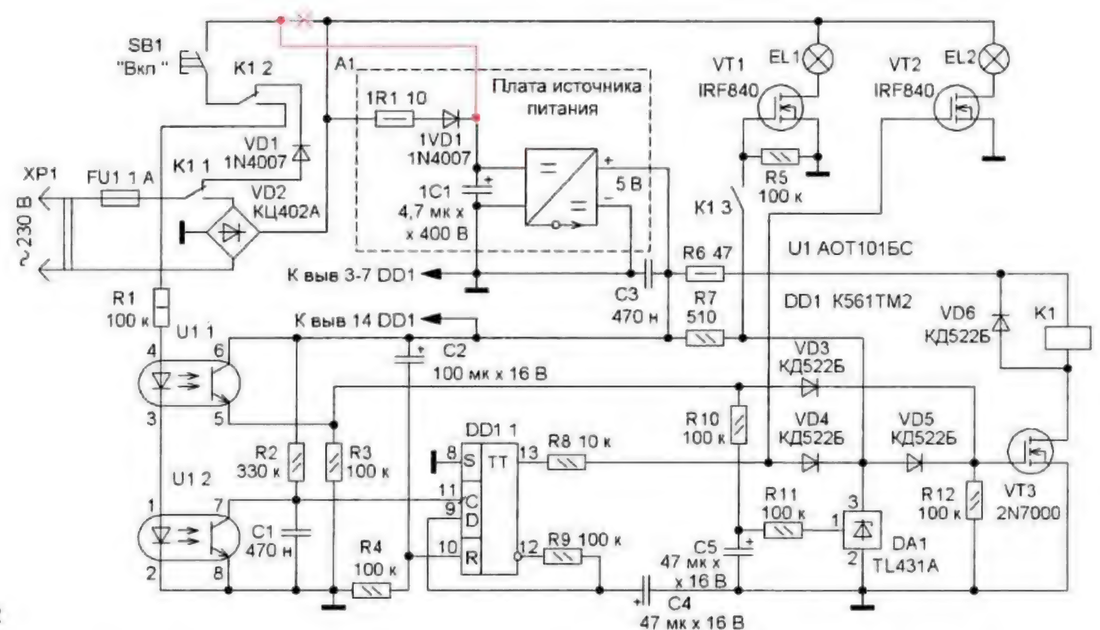


Рис. 2

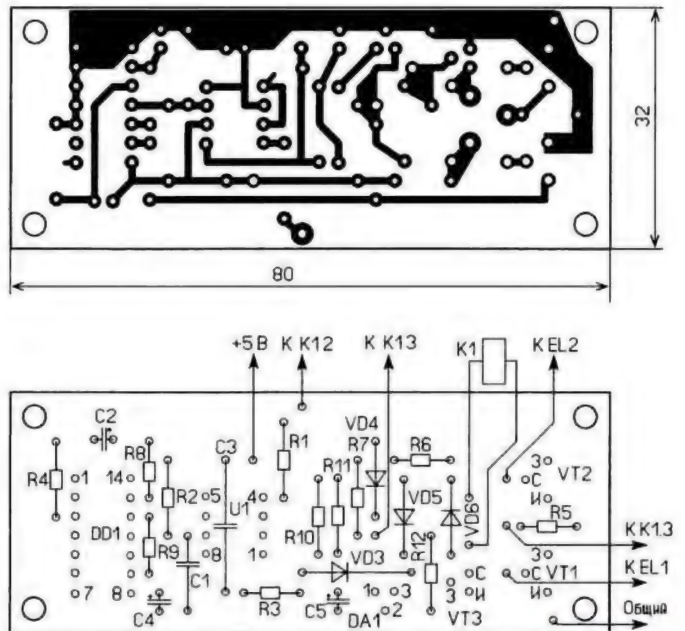


Рис. 3

Большинство деталей устройства размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой представлен на **рис. 3**. Конденсатор C3 монтируют над оптопарой U1 после её установки. Плавкая вставка FU1, диодный мост VD2 и реле K1 расположены вне печатной платы, диод VD1 смонтирован на выводах реле. Транзисторы VT1 и VT2 при использовании ламп накаливания мощностью до 100 Вт практически не нагреваются и поэтому установлены без теплоотводов. Вид на монтаж устройства представлен на **рис. 4**.

В устройстве можно применить любые резисторы соответствующей мощности рассеяния, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — керамические конденсаторы К10-17, КМ или плёночные. Диод VD1 и диодный мост VD2 можно заменить любыми выпрямительными диодами с максимальным обратным напряжением не менее 400 В и допустимым током не менее 1 А. Диоды КД522Б можно заменить диодами серий КД103, КД503, КД510 или импортными 1N4148. Замена микросхемы TL431A — микросхема КР142ЕН19, а оптопары АОТ101БС — оптопара серии АОТ101 с любым буквенным индексом или двухканальная импортная. Замена транзистора IRF840 — IRF740, транзистора 2N7000 — транзистор 2SK336, 2SK441. Кнопка SB1 — любого типа без фиксации, рассчитанная на коммутацию сетевого напряжения.

Импульсный источник питания A1 — сетевое зарядное устройство для мобильного телефона Siemens A5BHTN с выходным напряжением 5 В при токе нагрузки 0,4 А. Можно применить любое зарядное устройство с выходным напряжением 5...7 В и током нагрузки не менее 0,2 А, но необходимо учитывать следующее обстоятельство. Если в сетевом выпрямителе зарядного устройства применён диодный мост, его можно подключать в любой полярности, если же сетевой выпрямитель выполнен на одном диоде, то при подключе-



Рис. 4

нии необходимо соблюдать полярность (элементы 1R1, 1VD1, 1C1 на рис. 2 иллюстрируют этот случай).

Автор применил реле TEC 1301 6VDC с четырьмя группами контактов на переключение с током срабатывания (при напряжении 5 В) около 180 мА. Так как обмотка реле при таком токе сильно нагревалась, введён резистор R6, уменьшающий ток через обмотку реле, при этом оно надёжно срабатывало. Найти подходящее реле с тремя группами контактов на переключение, имеющее номинальное напряжение 5 В, довольно сложно, поэтому тем, у кого возникнут затруднения с приобретением реле, можно рекомендовать один из следующих способов выхода из положения. Во-первых, контакты K1.3 из схемы можно исключить и применить реле с двумя группами контактов на переключение или два реле с одной группой контактов каждое, обмотки которых соединены параллельно. Во-вторых, можно применить реле с большим напряжением срабатывания и применить один из способов питания реле пониженным напряжением, описанный, например, в [2], и, в-третьих, перемотать обмотку реле.

При этом следует помнить, что исключение из схемы контактов K1.3 приведёт к включению лампы EL1 однополупериодным напряжением ещё до срабатывания реле K1, поэтому через контакты кнопки SB1 будет кратковременно протекать ток нагрузки. При параллельном включении обмоток реле может потребоваться замена транзистора VT3 более мощным, на такую же мощность следует выбирать и импульсный источник питания.

Собранное без ошибок и из исправных деталей устройство в налаживании не нуждается. При монтаже и эксплуатации устройства следует помнить, что все его элементы, в том числе и цепь управления, гальванически связаны с сетью и соблюдать правила техники безопасности.

В заключение следует отметить, что возможности устройства не ограничиваются применением в качестве выключателя для настольной лампы. Параллельно контактам кнопки SB1 можно подключить несколько других кнопок и использовать устройство для управления освещением из нескольких мест (при этом следует учитывать, что ток утечки проводов, соединяющих кнопки, не должен вызывать самопроизвольного включения светодиодов оптопары). Применённые в выключателе полевые транзисторы при установке их на теплоотводы способны коммутировать ток до 8 А, поэтому, применив реле и диодный мост на соответствующую мощность, с помощью такого выключателя можно управлять нагрузкой мощностью до 1,5 кВт. Но в этом случае надо применить источник питания A1 с выходным напряжением 12 В и реле с соответствующим напряжением срабатывания. В качестве нагрузки выключателя можно использовать не только осветительные лампы, но и другие приборы, способные работать на выпрямленном токе, например, нагревательные элементы или универсальные коллекторные электродвигатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гусев А.** Импульсное реле для управления нагрузкой из нескольких мест. — Радио, 2017, № 12, с. 36, 37.

2. **Нечаев И.** Питание электромагнитного реле пониженным напряжением. — Радио, 2016, № 11, с. 47, 48.

Как соединить звуковую карту компьютера с телефонной линией

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, Украина

Голосовая и видеосвязь с родными и близкими через Интернет сегодня очень популярна. Но не у всех, особенно у пожилых людей, есть компьютер, подключённый к Интернету. Но если у них есть телефон, то можно организовать голосовую связь через компьютер, принадлежащий другому человеку, у которого есть и Интернет, и телефон. Нужно лишь изготовить приставку, соединяющую звуковую карту компьютера с телефонной линией. Она может пригодиться и в других случаях. Например, чтобы записать в память компьютера голосовое сообщение, полученное по телефону.

Для организации телефонно-компьютерной связи между двумя абонентами посредник (владелец компьютера) сначала должен связаться по сети Интернет с одним из них. Затем с помощью обычного телефонного аппарата позвонить второму абоненту, не имеющему доступа в Интернет. Посреднику остаётся подключить приставку к телефонной сети параллельно своему аппарату. С этого момента абоненты могут начать разговор, в котором может принять участие и посредник.

Схема приставки, связывающей звуковую карту компьютера с телефонной линией, показана на **рис. 1**. В ней применён сдвоенный ОУ DA1 — К548УН1А [1]. ОУ DA1.1 усиливает сигнал, поступивший через штекер XP1 с линейного выхода звуковой карты компьютера. К гнезду XS1 можно подключить входной штекер внешнего УМЗЧ, что позволит прослушивать с его помощью сигнал, поступающий со звуковой карты.

В приставке этот сигнал после усиления поступает в телефонную линию через разделительный трансформатор T1, выключатель SA1 и разъём XP2. Узел на транзисторе VT1 с резисторами R18 и R19, заимствованный из [2], подавляет так называемый "местный эффект", отделяя сигнал, принятый из телефонной линии от передаваемого в неё.

ОУ DA1.2 усиливает принятый из линии сигнал. Он же усиливает сигнал дополнительного внешнего электретного микрофона, который может быть подключён к гнезду XS2. Выход этого усилителя соединён штекером XP3 с микрофонным входом звуковой карты компьютера.

Подстроечным резистором R1 устанавливают громкость звука, подаваемого в телефонную линию, а подстроечным резистором R17 — принимаемого из неё. Резисторы R4, R5, оксидный конденсатор C1 и стабилитрон VD1 образуют узел питания электретного микрофона, подключаемого к гнезду XS2.

Питается приставка постоянным стабилизированным напряжением 12 В от внешнего источника питания "Электроника Д2-27", соединённого с разъёмом XS3. Разъём XS4 позволяет одновременно питать от того же источника какое-нибудь другое устройство. Светодиод HL1 сигнализирует о наличии питающего приставку напряжения.

Все детали приставки, кроме разъёмов, выключателя SA1 и светодиода HL1, смонтированы на плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 110×50 мм. Чертёж этой платы изображён на **рис. 2**. Она

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

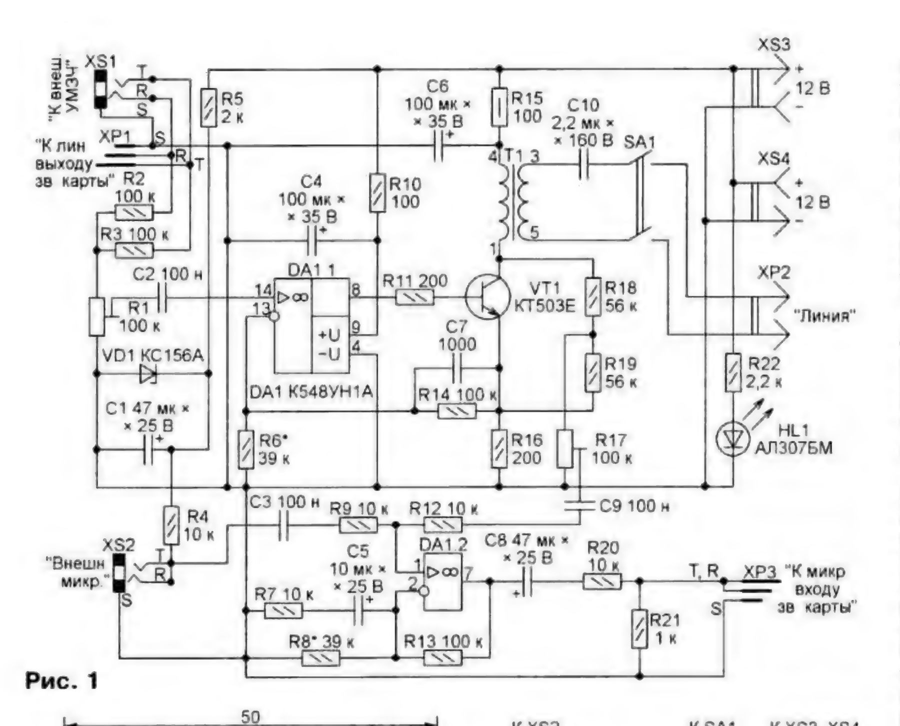


Рис. 1

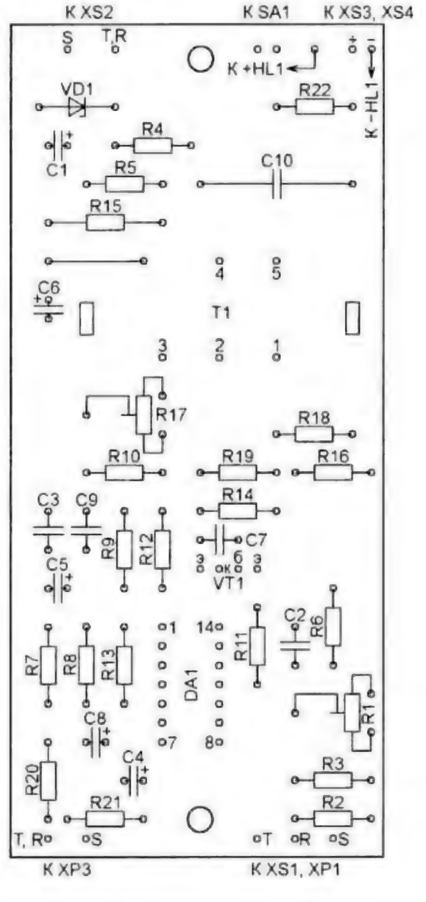


Рис. 2

рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ и подобных, подстроечных резисторов СП3-38б, плёночных конденсаторов К73-17, оксидных конденсаторов К50-35. Все они могут быть заменены аналогичными импортными. Транзистор КТ503Е можно заменить другим той же серии или транзистором КТ815Г, посадочное место для которого на печатной плате также предусмотрено. Вместо микросхемы К548УН1А допускается установить К548УН1Б или К548УД1В. Согласующий трансформатор Т1 взят из телефонного аппарата ТА-68М-2, использованы его обмотки, имеющие одинаковое число витков.

Светодиод АЛ307БМ может быть заменён любым другим, имеющим достаточную яркость при токе 5 мА. Выключатель SA1 — ТП1-2. ХР1 и ХР3 — стандартные стереофонические аудиоштекеры диаметром 3,5 мм. Они вынесены из приставки на длинных экранированных проводах. Эти штекеры вставляют в соответствующие гнёзда звуковой карты компьютера. Гнёзда XS1 и XS2 рассчитаны на подключение таких же штекеров.

Разъём XS3 должен быть пригоден для подключения используемого блока питания, а разъём XS4 — для подачи с него питания на другое устройство. Разъём ХР2 — любой из предназначенных для подключения к телефонной линии, например, РТШК-4 или RJ12.

Перед налаживанием приставки нужно тщательно проверить её монтаж. Затем подать на приставку напряжение питания. Подборкой сопротивления резистора R6 установить на выводе 8 микросхемы DA1 постоянное напряжение 6 В (половину напряжения питания). Таким же нужно установить напряжение на выводе 7 подборкой сопротивления резистора R8. Движки подстроечных резисторов R1 и R17 следует перевести в среднее положение.

После этого подключите приставку к компьютеру и телефонной линии, при необходимости подключив также дополнительный микрофон и УМЗЧ или головные телефоны. С помощью запущенной на компьютере программы (например, Skype) сделайте контрольный звонок по сети Интернет дальнему абоненту. Подстроечным резистором R1 добейтесь, чтобы произносимые абонентом Skype слова были слышны в трубке подключённого параллельно приставке телефонного аппарата достаточно громко и без искажений. Потом, используя тоновый сигнал АТС, подстроечным резистором R17 добейтесь громкой, но не искажённой передачи сигнала в обратном направлении.

Возможно, будет необходимо подобрать сопротивление резистора R21 таким, чтобы при подключённом к входу звуковой карты работающего компьютера штекере ХР3 постоянное напряжение на этом резисторе было около 2,5 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Атаев Д., Болотников В.** Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. — М.: Изд. МЭИ, 1991.

2. **Кизлюк А. И.** Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства. — М.: "Библион", 1995.

От редакции. Напоминаем, что любые устройства, подключаемые к телефонным сетям общего пользования, должны быть сертифицированы органами связи. Можно решить поставленную автором задачу, не беспокоясь о выполнении указанного требования, если сделать для телефонной трубки ложемент с микрофоном и громкоговорителем, подключёнными к звуковой карте компьютера.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Сухарев Е. М.

Физтех и физтехи в моей жизни (картинки дней минувших, лица, события, размышления). — М.: Модерат, 2017. — 787 с., ил.

Член редколлегии журнала "Радио", доктор технических наук, профессор Сергей Львович Мишенков делится впечатлениями о прочитанной книге.



Автор книги принадлежит к выпускникам легендарного Московского физико-технического института (МФТИ), поступившим в него в 1951 г., — год официального преобразования физико-технического факультета МГУ в МФТИ.

Физико-технический факультет МГУ был создан специальным постановлением Совета Министров СССР в 1946 г. для подготовки сотрудников институтов Академии наук СССР и ведущих предприятий Военно-промышленного комплекса. В тяжелейшие послевоенные годы, одновременно с восстановлением народного хозяйства в стране, обращалось особое внимание на развитие принципиально новых направлений науки и промышленности, продолжающих или закладывающих основы новых технологий, и создание "щита и меча" страны.

Евгений Михайлович рассказывает о своём детстве в Сыктывкаре, об окончании с золотой медалью средней школы и решении посвятить себя радиолокации. Выбор института им был сделан в результате чтения книг, а по почте он получил материалы, в которых были сформулированы условия приёма и примеры экзаменационных вопросов.

Не могу не отметить, что задачи МФТИ по физике и математике за предыдущие годы были доступны всем, обновлялись каждый год и, помимо заучивания школьного материала, для своего решения требовали глубокого понимания всех процессов и развитого мышления, причём вступительные экзамены по физике и математике, устные и письменные, сдавали все, включая медалистов. Окончательное решение о приёме абитуриента выносилось после собеседования.

Жёсткий отбор при поступлении обеспечивал малый отсев в процессе обучения, которое было весьма глубоким, требовало полной самоотдачи студента в течение всего учебного года. Конечно, как показано в книге, выдержать обширнейшие, глубокие курсы обучения, а самое главное, научиться учиться всю жизнь можно лишь при отличных, увлечённых преподавателях — профессионалах в своих специальностях.



Общее преодоление трудностей, практически постоянное совместное проживание в общежитии (включая москвичей), формирование элитарности физтеха необычайно сплачивало выпускников. Глубокие знания чего-либо (языка, музыки...) роднят людей, они образуют некоторые кланы, к которым можно отнести клан окончивших МФТИ — клан физтехов. Книга Е. М. Сухарева посвящена развитию науки и техники в СССР, России и роли в нём физтехов, с которыми автор идёт всю жизнь.

Прошло больше шестидесяти лет с момента распределения студента Сухарева в п/я 1323 (знаменитое КБ-1, сейчас АО "Концерн ВКО "Алмаз — Антей"), что позволяет приоткрыть завесу секретности над разработкой систем ПВО, ПРО и ПКО, чему, собственно, посвящена эта книга.

Любители истории развития техники, просто любители техники найдут в ней историю разработок, испытаний, производства и принятия на вооружение основных систем ПВО, начиная с С-25, и особенно С-75, с которой началась работа автора на "фирме". Очень хорошо показаны первые шаги молодого специалиста, ещё не инженера (техника, заканчивающего курс обучения в МФТИ), раскрывающие неразрывное сочетание инженерных и теоретических знаний, закладываемых в институте, побуждающих потребность в исследованиях и непрерывном самосовершенствовании. Показана атмосфера заботы "стариков" о развитии молодого специалиста, взаимодействии с военными испытателями.

В книге хорошо показана рабочая атмосфера КБ-1, подчёркивается роль руководителей (А. А. Расплетина и Б. В. Бункина), всех товарищей по работе, особенно физтехов, рассказано о разрабатываемых системах и оборудовании.

Интеллект и талант автора не могли замыкаться только в работе по радиолокации. В списке его трудов появляются работы по оптической локации, разработке боевых лазеров (описания пионерских работ в этой области очень редки). Большой период жизни Евгения Михайловича был посвящён технологии автоматизированного производства электронных модулей специальной аппаратуры. Кроме чисто оборонной тематики, интересны описания разработки аппаратуры двойного назначения и гражданского применения, ещё с восьмидесятых годов направленной на развитие различных составляющих электронного общества.

В книге подробно описан путь целеустремлённого инженера, разработчика, учёного, преодолевающего различные технические и административные препятствия, которыми изобиловали девяностые годы. Особое внимание обращено на роль коллег Евгения Михайловича как по работе на "Алмаз — Антее", так и во всех организациях, с которыми ему приходилось сотрудничать, в том числе на общественных началах.

Отдельно необходимо отметить работы Е. М. Сухарева — писателя, историографа своей "фирмы" и своих учителей (особенно А. А. Расплетина), истории создания основных произведений приведены в отдельных разделах.

Книга богато иллюстрирована фотопортретами друзей — от техников до академиков и министров (зачастую выполненными автором) и фотографиями оборудования.

Евгению Михайловичу удалось написать подробную автобиографию, отражающую целую эпоху зарождения и становления нового оружия в России, роль образования и науки, конкретно МФТИ, его преподавателей и выпускников в стране.

С. МИШЕНКОВ

г. Москва

Карманная метеостанция—высотомер—радиометр

С. МАКАРЕЦ, г. Киев, Украина

Учтите, что напряжение питания и сигнал управления подсветкой поступают на модуль ЖКИ соответственно с выходов RA0 и RA4 микроконтроллера. Уровни на этих выходах изменяет программа, которая реагирует на состояния кнопок лишь в интервалах "бодрствования" микроконтроллера, повторяющихся с периодом около 2,3 с. Поэтому реакция прибора на нажатия кнопок несколько замедлена.

ЖКИ от сотового телефона Nokia 5110 выпускают как минимум в двух вариантах — на красной и на синей печатных платах. В приборе применён модуль на красной плате, в котором подсветку экрана включают подачей на вход Light (вывод 7) напряжения низкого логического уровня. По имеющимся сведениям для модуля на синей плате этот уровень должен быть высоким. В остальном модули идентичны.

В нулевом банке памяти данных микроконтроллера программа организует 24 регистра, в которые ежечасно записывает результаты измерения атмосферного давления датчиком B1. Программа обращается к ним, используя косвенную адресацию через служебные регистры INDF и FSR. Сохранённые сведения о давлении программа выводит на ЖКИ в миллиметрах ртутного столба в виде гистограммы, слева от которой помещает одну из пиктограмм прогноза погоды. Всего их три: "Будет дождь", если давление снижается; "Будет солнечно"; если давление повышается; "Как за окном", если оно неизменно. Направление изменения давления программа оценивает по результатам двух его последних ежечасных измерений. Более точно тенденцию изменения давления можно определить "на глаз", анализируя всю выведенную на экран гистограмму за истёкшие сутки.

Чтобы сократить текст программы и улучшить его читаемость, в нём использован набор макрокоманд, определения которых собраны в файл KOROTKO.inc. При трансляции программы этот файл должен находиться в той же папке, что и основной текст программы, иначе встречающиеся там макрокоманды ассемблер воспринимать не будет. Необходимо также учесть, что при использовании инструкций условного пропуска следующей инструкции (например, BTFSS), за которой следует макрокоманда, последняя не будет пропущена целиком. В ней не будет выполнена лишь самая первая инструкция. В таких ситуациях необходимо помещать после инструкции условного пропуска инструкцию GOTO для безусловного перехода на макрокоманду.

Для измерения уровня радиации пришлось добавить в прибор значительное число деталей. Работа измерителя уровня радиации достаточно подробно описана в [2]. Поэтому рассмотрим в основном теоретические предпосылки и необходимые программные решения.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2018, № 1

Длительность временного интервала, в течение которого математическое ожидание числа импульсов от применённого в приборе счётчика Гейгера СБМ-21 численно равно мощности экспозиционной дозы радиации в микрорентгенах в час, — 5 мин [2].

Высокое напряжение для работы счётчика СБМ-21 обеспечивается подачей пачки импульсов на затвор транзистора VT1 перед переводом микроконтроллера в режим "сна". Напряжения, сформированного умножителем на диодах VD1—VD5, достаточно для нормальной работы счётчика. Разрядка конденсатора C8 за период переполнения WDT не выводит напряжение на счётчике СБМ-21 за нижний предел рабочего для него интервала. При каждом "пробуждении" (это происходит с приходом каждого импульса от счётчика BD1 либо в момент срабатывания сторожевого таймера через 2,3 с после предыдущего "пробуждения", если за это время ни одного импульса не было) микроконтроллер генерирует очередную пачку импульсов, подзаряжающих конденсатор C8. С учётом длительности опроса датчика давления, программных вычислений и генерирования упомянутых пачек импульсов экспериментально определённое число периодов переполнения сторожевого таймера за пятиминутный интервал измерения равно 100.

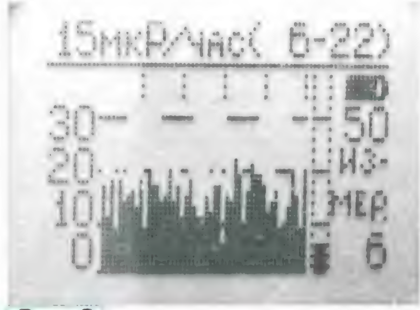


Рис. 3

Усиленные импульсы счётчика с коллектора транзистора VT4 поступают на вход RB0 (INT) микроконтроллера. Прерывания программы по спадающим перепадам этих импульсов выводят микроконтроллер из "спящего" режима, затем он выполняет все необходимые действия и вновь "засыпает".

Известно, что число импульсов счётчика Гейгера за измерительный интервал времени — случайная величина, распределённая по закону Пуассона [4]. Вероятность того, что оно будет в точности равно измеряемому уровню радиации, очень мала — 0,102 при интенсивности 15 мкР/ч. Но, например, в интервале от 13 до 17 при указанном уровне оно будет лежать с вероятностью 0,48, а с вероятностью 0,96 — в интервале от 6 до 22, как показано на **рис. 3**, полученном экспериментально с помощью прибора, описанного в [2], усредняющего результаты пятидесяти измерений. Для вычисления вероятностей здесь и далее использовалась встроенная функция ПУАССОН.РАСП программы Microsoft Excel.



Отсюда можно сделать вывод, что радиометры, показывающие уровень радиации по результатам однократного не очень длительного измерения, мягко говоря, не очень точны. Они позволяют лишь приблизительно оценить радиационную обстановку и поднять тревогу при явном и подтверждённом неоднократными измерениями превышении установленных норм. Чаще всего именно такие приборы создают радиолюбители (в том числе и автор настоящей статьи, см. [3]). Их выпускает и промышленность. Примером может служить прибор "Мастер-1" разработки ПО "Горизонт".

Описываемый прибор определяет уровень радиации усреднением содержимого массива из 12 регистров памяти данных микроконтроллера, что соответствует суммарному интервалу измерения один час (12 раз по 5 мин). По окончании самого первого после включения прибора измерения его результат принимается за первое, пусть неточное значение уровня, после второго измерения вычисляется среднее значение результатов двух измерений, затем трёх и так до двенадцати. Далее значение, полученное последним, программа записывает в регистр, хранящий самый старый из предыдущих результатов, а усреднение производится по всему массиву регистров.

По окончании каждого часа работы среднее за этот интервал времени значение записывается в очередной из 24-х регистров, хранящих информацию для построения суточного графика

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

изменений уровня радиации, который выводится на ЖКИ вместо значения температуры, как это было описано выше.

Размер графика по вертикали — ±5 мкР/ч относительно текущего значения уровня радиации, полученного усреднением результатов последних 12-ти измерений. Это значение обозначено на графике средней горизонтальной пунктирной линией, а в численном виде выведено справа от него. Режимы отображения температуры и уровня радиации автоматически чередуются с периодом 5 мин. Для принудительной смены режимов отображения служит кнопка SB4.

Когда очередной импульс счётчика BD1 выводит микроконтроллер из "спящего" режима, сторожевой таймер принудительно возвращается в исходное состояние. Поскольку пятиминутный интервал счёта импульсов счётчика формируется в программе подсчётом периодов переполнения сторожевого таймера, каждый импульс счётчика сокращает этот интервал в среднем на полпериода переполнения сторожевого таймера. Было бы правильным в случае прихода импульса счётчика в первой половине текущего периода работы таймера оставлять необходимое для отсчёта пятиминутного интервала число подсчитываемых периодов переполнения таймера неизменным, а при приходе его во второй половине периода увеличивать это число на единицу.

К сожалению, определить текущее состояние сторожевого таймера невозможно. Но логично предположить, что вероятность прихода импульса в первой и второй половинах периода переполнения таймера одинакова. Это позволяет корректировать длительность счётного интервала просто с приходом каждого второго импульса. Такой принцип и реализован в программе. Его расчётная погрешность не превышает 1 %.

Согласно нормативным документам Украины (НРБУ-97), Белоруссии (НРБ-2000) и России (НРБ-99), для населения этих стран установлена норма облучения не более 5 мЗв/год, что приблизительно соответствует уровню радиации 57 мкР/ч. Такой уровень ни разу не был зафиксирован автором в естественных условиях с помощью разных приборов. Как правило, естественный фон не превышал 20 мкР/ч.

В описываемом приборе заданы два порога уровня радиации, о превышении которых он подаёт сигналы. Если подсчитанное в единичном, даже незаконченном измерении число импульсов счётчика Гейгера достигло 50, происходит следующее:

— включается ЖКИ, даже если датчик освещённости прибора затенён;

— прибор принудительно переходит в режим отображения уровня радиации;

— слово "Фон" слева от графика изменения уровня радиации сменяется пиктограммой, представляющей собой стандартный знак радиационной опасности;

— не дожидаясь завершения измерения, на экран выводится значение 50 мкР/ч. По окончании измерения его сменит реальное усреднённое за 12 измерений значение, как правило, меньшее порога;

— включается звуковая и световая индикация импульсов счётчика Гейгера, она автоматически прекратится при фиксации в одном из следующих измерений интенсивности меньше пороговой или может быть выключена вручную нажатием на кнопку SB3;

— изображение на экране ЖКИ становится негативным и остаётся таким, пока не будет нажата кнопка SB4.

Все эти меры дают гарантию, что владелец прибора неизбежно обратит внимание на экстренную ситуацию. Если же в незаконченном измерении накоплено более 99 импульсов счётчика, дополнительно произойдёт следующее:

— не дожидаясь окончания пятиминутного измерительного интервала, на ЖКИ будет выведено значение 99 мкР/ч, регистры хранения результатов однократных измерений будут обнулены, а измерительный интервал начнётся заново;

— будет подан прерывистый светозвуковой сигнал тревоги. При не слишком большой частоте следования импульсов счётчика Гейгера станет ощутимой работа вибромотора M1. Сигнал тревоги будет прекращён автоматически, если результат очередного измерения будет ниже порога. Его можно в любой момент выключить и вручную, нажав на любую из кнопок SB1—SB4.

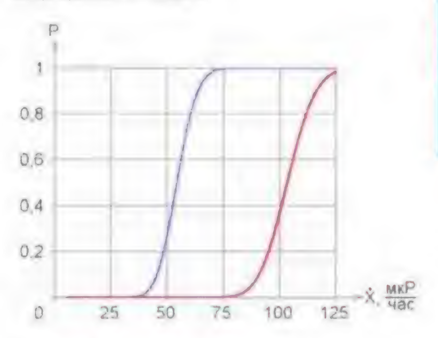


Рис. 4

Кнопка SB4 при последовательных нажатиях на неё переключает три режима звуковой сигнализации в отсутствие тревоги — обычный, без звука и индикации импульсов счётчика Гейгера. В каждом из них слева от графика изменений уровня радиации на экран ЖКИ выводится соответствующая пиктограмма.

Согласно описанной логике работы прибора в режиме измерения уровня радиации, превышение допустимых порогов фиксируется не по усреднённому за час значению, а по однократному пятиминутному измерению. Сделано это умышленно, чтобы быстрее сигнализировать о возникшей радиационной опасности. На **рис. 4** показаны расчётные графики вероятностей превышения порога 50 мкР/ч (голубая кривая) и порога 99 мкР/ч (красная кривая) в зависимости от уровня радиации.

Прибор без корпуса изображён на **рис. 5**. Все основные детали размещены на макетной двухсторонней печатной плате, а соединения между ними выполнены тонким монтажным проводом. Использованы в основном радиодетали для поверхностного монтажа. Модуль датчика BMP180 и плата контроля заряженности аккумулятора расположены в верхней части прибора и соединены с основной платой разъёмами. Плата зарядного устройства для аккумулятора G1 закреплена на проволочных стойках вверху справа. Под ней находятся излучатель звука HA1 со встроенным генератором и вибромотор M1.



Рис. 5

Микроконтроллер DD1 установлен в стандартную панель, что позволяет легко извлечь его для загрузки программы. К статье приложены два её варианта: MeteoRadiometr — полнофункциональная и MeteoVysotomer — упрощённая, не содержащая процедур, необходимых для работы радиометра. Файл KOROTKO.INC необходим для трансляции обоих вариантов программы.

Аккумулятор G1 находится под модулем ЖКИ, а кнопки SB1—SB5 припаяны к отдельной плате, которая на проволочных стойках поднята до уровня платы ЖКИ. Узел измерения уровня радиации со счётчиком Гейгера СБМ-21, установленным в держатель плавкой вставки соответствующего размера, собран в нижней части прибора. Там же находится и светодиод HL1.

Фототранзистор VT2 установлен на основной плате прибора под крепёжным отверстием для модуля датчика BMP180. Под платой контроля заряженности аккумулятора находится выключатель питания SA1 и есть место для установки осветительных светодиодов. Корпусом прибора служит прозрачный футляр видеокассеты формата Mini DV.

Транзистор BS107A может быть заменён другим высоковольтным полевым n-канальным. Резисторы R3, R5, R6, R8 предназначены для защиты вы-

РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2018

водов микроконтроллера, ошибочно назначенных выходами (например, при переработке программы), от перегрузки при нажатии на подключённые к ним кнопки. В готовой конструкции они не нужны, их можно заменить перемычками. В качестве M1 использован вибромотор мобильного телефона.

Прибор не требует налаживания, однако иногда приходится подбирать сопротивление резистора R12, чтобы добиться надёжного включения прибора в условиях комфортного освещения. Фототранзистор VT2 можно заменить резистором сопротивлением 1...10 кОм. В этом случае ЖКИ будет включён постоянно. Вместо счётчика Гейгера СБМ-21 можно использовать СБМ-20 большего размера. Но при этом в умножитель напряжения (VD1—VD5) необходимо будет добавить ещё одно звено из двух диодов и двух конденсаторов. Кроме того, для счётчика СБМ-20 придётся уменьшить длительность интервала измерения с 5 мин до 34,3 с, что потребует корректировки программы.

ЛИТЕРАТУРА

4. **Вентцель Е. С.** Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения. Закон Пуассона. — URL: **http://sernam.ru/book_tp.php?id=24** (15.11.17).

От редакции. Программы микроконтроллера имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/meteo.zip*** *на нашем FTP-сервере*

Контроль исправности сигнальных ламп

В. ЛУБЕГИН, г. Екатеринбург

При анализе схемы, приведённой в статье **В. Банникова** и **А. Варюшина** "Контроллер ламп стоп-сигнала" ("Радио", 1996, № 8, с. 52, 53) на рис. 1, было обнаружено, что непрерывный контроль исправности как самих ламп стоп-сигнала, так и цепи их питания это устройство не обеспечивает. Поскольку оно включается только при нажатии на педаль тормоза, водитель автомобиля узнаёт о неисправности лишь в этот момент, когда может быть уже поздно предпринимать какие-либо меры предосторожности.

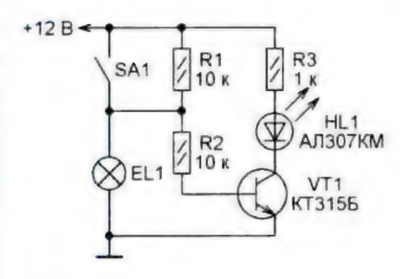


Рис. 1

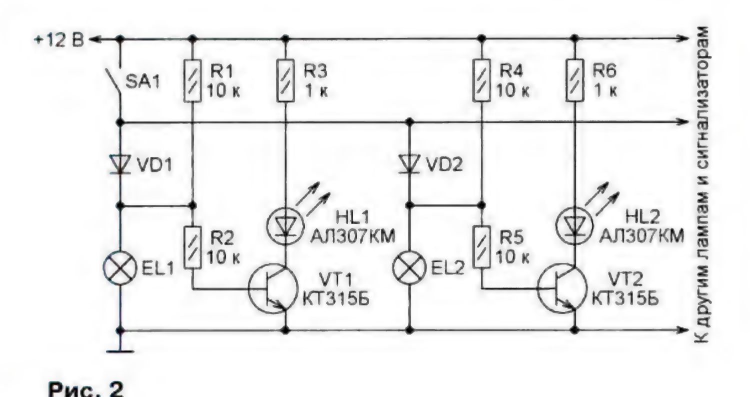


Рис. 2

Предлагаю решение, основанное на непрерывном контроле состояния лампы и цепи её питания. Сигнал неисправности вырабатывается сразу после её возникновения, что помогает своевременно её устранить и предотвратить возможное дорожно-транспортное происшествие.

Схема сигнализатора для одной лампы изображена на **рис. 1**. Пока выключатель SA1 разомкнут, а сигнальная лампа EL1 и идущие к ней провода исправны, падение напряжения на лампе и проводах, создаваемое слабым током, текущим через резистор R1, мало. Оно недостаточно для того, чтобы транзистор VT1 открылся. Поэтому светодиод HL1 погашен. Но если лампа EL1 отсутствует, перегорела или нарушен её контакт с подводящими проводами, напряжение в точке соединения резисторов R1 и R2 резко возрастёт, транзистор VT1 откроется. Светодиод HL1 будет включён.

Он включится и при замыкании выключателя SA1, поскольку напряжение в точке соединения резисторов R1 и R2 возрастёт до 12 В независимо от исправности лампы EL1. Таким образом, сигналом неисправности лампы будет свечение светодиода HL1 при разомкнутом выключателе SA1. Если речь идёт о лампе (лампах) стоп-сигнала, то это произойдёт при не нажатой педали тормоза, с которой связан этот выключатель.

Светодиод АЛ307КМ может быть заменён другим красного свечения и повышенной яркости. Чтобы надёжно оповещать водителя, световой сигнал можно продублировать звуковым. Для этого достаточно подключить между коллектором транзистора VT1 и цепью +12 В (параллельно цепи из резистора R3 и светодиода HL1) излучатель звука со встроенным генератором, рассчитанный на питание напряжением 12 В. Например, HCM1212X.

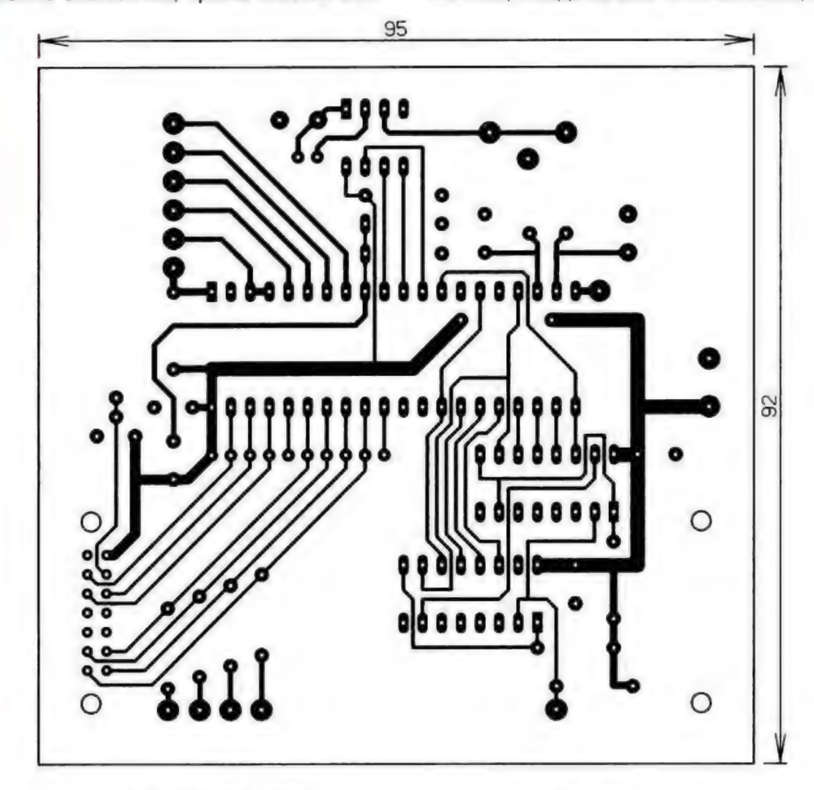
Недостаток описанного решения состоит в том, что если контролируемых ламп несколько и они соединены параллельно, то сигнал неисправности будет подан лишь в случае перегорания всех ламп. Чтобы устранить этот недостаток, нужно разделить параллельно соединённые лампы диодами и собрать для каждой из них свой узел контроля, как показано на **рис. 2**. Число контролируемых ламп, управляемых общим выключателем, при этом может быть любым. Разделительные диоды (VD1, VD2 на схеме рис. 2) нужно выбирать с допустимым прямым током, не меньшим пускового тока каждой контролируемой лампы, который, как известно, в несколько раз больше её рабочего тока.

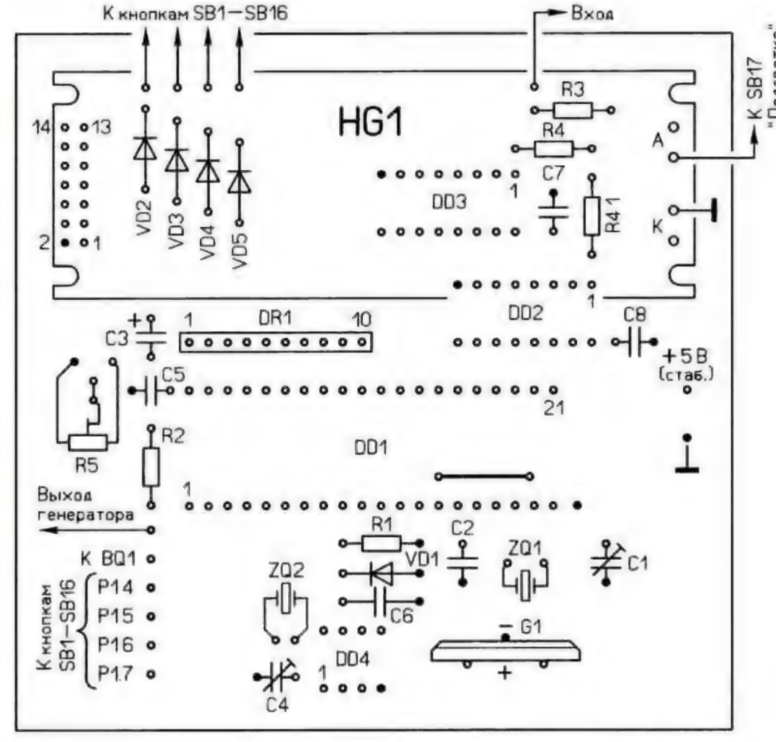
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ПИСКАЕВ А. Частотомер-генератор-часы на МК AT89S8252. — Радио, 2002, № 7, с. 31, 32.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов, кроме кнопок SB1—SB17 и пьезоэлектрического излучателя BQ1, приведены на **рисунке**. Плату изготавливают из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Слой фольги со стороны установки элементов отведён для общего провода как полигон. Отверстия под выводы элементов, соединённых с полигоном, на рисунке зачернены. Все незачернённые отверстия на полигоне зенкуют сверлом на глубину 0,5...1 мм. ЖК-индикатор крепят над платой на четырёх втулках винтами М2,5 с гайками. При разводке проводников оказалось целесообразным подключить выводы 1, 7, 9 счётчика DD2 к линии +5 В через дополнительный резистор R4.1 сопротивлением 1 кОм. Подстроечный резистор — СП-3-38А или импортный. Подстроечные конденсаторы — серии TZ03 фирмы muRata или подобные. Кварцевый резонатор ZQ1 — серии НС-49.





НАШИМ АВТОРАМ

Уважаемые авторы!

Напоминаем, что в отправляемых в редакцию статьях рисунки схем, печатных плат и иной графики должны быть представлены в форматах BMP, TIFF, JPEG, GIF или в версиях программ Splan (рисунки схем) и Sprint LayOut (рисунки плат). С более подробной информацией по правилам оформления статей Вы можете ознакомиться по адресу http://www.radio.ru/author/ (на сайте журнала "Радио" в разделе "Авторам").

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/FGC.zip** на нашем FTP-сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

АЛТУХОВ С. Лабораторный генератор сигналов на DDS под управлением Arduino. — Радио, 2017, № 10, с. 28—31.

О подключении вывода ЖКИ.

Вывод 5 (R/W̄) ЖКИ 1602 (HG1) должен быть соединён с общим проводом, а не с выводом +5 В Arduino.

О резисторах аттенюаторов.

На рис. 2 в статье номиналы резисторов должны быть: 1R9, 1R13 — 330 Ом; 1R10, 1R14 — 75 Ом; 1R11 — 270 Ом; 1R12 — 3 кОм; 2R3, 2R7, 2R9, 2R13 — 56 Ом; 2R4, 2R8, 2R10, 2R14 — 390 Ом.

БЫКОВСКИЙ Ю. Восстановление принципиальной схемы преобразователя напряжения "ASTRA" по печатной плате и его ремонт. — Радио, 2017, № 11, с. 20—25; № 12, с. 18—20.

На рис. 11 и рис. 16 проводник, соединяющий между собой выводы резисторов R18, R19, коллекторов транзисторов Q3, Q4 и истоков Q1, Q2, должен быть соединён с общим проводом.



23 февраля — День защитника Отечества

Самборский Валентин Дионисович — человек-легенда

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

Как отмечал Георгий Члиянц (UY5XE) в своей книге "Листая старый "USSR CALLBOOK" (1925—1941)", изданной во Львове в 2005 г.: "*1927 г. — начинают организовываться секции коротких волн (СКВ). Сначала в Нижнем Новгороде, затем — в Симферополе, Томске и других городах ...*". Таким образом, Крым в 2017 г. отпраздновал 90-летие зарождения радиолюбительского движения. Первыми радиолюбителями в Крыму были Л. Е. Мурский, К. А. Терентьев, А. С. Прокопенко и др. Секции коротких волн организовывались в различных городах Крыма: Симферополе, Севастополе, Феодосии, Ялте. Из довоенных радиолюбителей Крыма в настоящее время в Феодосии проживает Самборский Валентин Дионисович, о жизненном пути которого хотелось бы рассказать в этой статье.

Родился Валентин Дионисович в 1924 г. в Феодосии, учился в средней школе, где окончил восемь классов. С началом Великой Отечественной войны вместе с семьёй был эвакуирован в Краснодарский край, а затем в Батуми. В 1942 г. был призван в ряды Красной Армии и направлен на фронт. Служил в батальоне связи 31-й стрелковой дивизии 22-го стрелкового корпуса в составе Первого Украинского фронта. Осенью 1943 г. принимал участие в боях за Крым. На мысе Чушка по заданию командования проникал вглубь территории врага на расстояние до десяти километров от позиций советских войск и по радиостанции корректировал огонь советских артиллеристов.

Закончил войну Валентин Дионисович в звании старшины. Награжден орденом "Красной Звезды", медалями "За боевые заслуги", "За оборону Кавказа", "За Победу над Германией в Великой Отечественной войне". Вернувшись в 1946 г. в Феодосию, В. Д. Самборский пошёл в девятый класс вечерней школы рабочей молодёжи и устроился на работу на узел связи в Феодосийский морской торговый порт. Так как Валентин ещё до войны увлекался радиотехникой, то в порту его сразу назначили на должность радиомеханика, а позднее — радиотехника.

Самборский Валентин Дионисович со своими QSL-карточками, наши дни.

В 1954 г. В. Самборский поступает в Московский энергетический институт им. В. М. Молотова на заочное отделение, который успешно заканчивает в 1962 г. После окончания института Валентина Самборского назначают на должность радиоинженера, а позднее — начальником узла связи порта.

Путь в радио Валентин Самборский начинал с увлечения радиотехникой и сборкой простых радиоприемников прямого усиления. Интересовался технической литературой, по тем временам имел хорошую библиотеку по радиотехнике. В 30-е годы в СССР издавалось несколько популярных изданий для радиолюбителей с публикациями различных схем радиоприемников и радиопередатчиков.

Не ограничиваясь созданием радиоприемников, молодой радиолюбитель задумывает построить радиопередатчик. С целью решения этой задачи Валентин Дионисович в начале 1941 г. написал письмо в Москву, в редакцию журнала "Радиофронт", с просьбой помочь ему в создании любительского радиопередатчика. В марте 1941 г. Валентин Дионисович получил ответ из Центральной консультации при редакции журнала за подписью Н. В. Казанского с разъяснением порядка оформления разрешения на постройку радиопередатчика, где рекомендовалось для начала вступить в секцию коротких волн и получить позывной радионаблюдателя. Не теряя времени даром, молодой радиолюбитель выполняет все рекоменда-

ции и буквально за несколько дней до начала войны получает из ЦС Союза Осоавиахима СССР и РСФСР удостоверение коротковолновика-наблюдателя с позывным URS-5-7/КР. Ответ из редакции журнала и удостоверение коротковолновика-наблюдателя Валентин Дионисович бережно хранит у себя до сих пор.

В 1940 г. Центральным Советом оборонного общества был учреждён значок "Коротковолновик Осоавиахима СССР", которым награждались радиолюбители за выполнение нормативов:

— приём на слух и передача на ключе несмыслового текста со скоростью 50 зн./мин;

— определение неисправности приёмно-передающей аппаратуры;

— правила станционно-эксплуатационной службы радиста;

— знание радиолюбительских кодов;

— практические навыки в проведении радиообмена.

Фактически это были требования для военных радистов, в которых наша армия остро нуждалась. Это было очень важно для повышения обороноспособности нашей страны, так как в мире уже шла вторая мировая война,


ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПИСЬМЕННАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ ВРК
при редакции журнала „РАДИОФРОНТ"
Москва, Петровка, 12

№39/з 6800

22/III 1941 г.

Уважаемый тов. Самборский

Разрешения на передатчики выдаются НК Связи через местные органы Связи по рекомендации секции коротких волн /СКВ/ Осоавиахима. Такие рекомендации СКВ дают лишь лицам зарегистрированным в качестве ....URS...... /коротковолновиков- наблюдателей/ и хорошо освоившим прием на КВ.

Зав. Консультацией: /КАЗАНСКИЙ/

Ответ В. Д. Самборскому из журнала "Радиофронт".

развязанная фашистской Германией. О ценности радиолюбителей для нужд нашей армии свидетельствует и фраза в удостоверении: "зарегистрирован в Управлении Военного обучения ЦС Осоавиахима СССР по IV категории". Код Морзе Валентин Дионисович осваивал с помощью инструктора Юрия Термосесова, работавшего в тот период радистом в Феодосийском морпорту. Полученные навыки пригодились Валентину и в преподавательской деятельности, когда он, находясь в Батуми до призыва в Красную Армии, вёл в местном отделении Осоавиахима курсы радистов.

Отечественная война прервала мирное увлечение радиолюбительством Валентина Самборского. Приобретённый опыт в радиолюбительстве помог ему качественно выполнять боевые задачи в период военной службы на фронтах Великой Отечественной войны.

По возвращении в Феодосию после войны Валентин Самборский продол-

Любительские радиостанции

УА6СФ — В. Д. САМБОРСКИЙ (Г. ФЕОДОСИЯ)

В. Д. Самборский начал работать на любительском передатчике в сентябре 1947 года. Передатчик УА6СФ — 4-каскадный. Задающий генератор передатчика стабилизирован кварцем и имеет в то же время плавное перекрытие по диапазону. Это достигается применением двух генераторов: кварцевого на постоянную частоту около 3 000 *кгц* и второго, длинноволнового генератора с плавной настройкой на среднюю частоту около 500 *кгц*. В результате сложения этих частот задающий генератор дает очень устойчивую частоту порядка 3 500 *кгц*, которая может изменяться в пределах любительского диапазона. Оба генератора работают на лампах 6Л6.

Далее в передатчике следуют два удвоительных каскада на лампах 6Л6 и мощный каскад на двух лампах Г-807, включенных по двухтактной схеме. При работе на 40-метровом диапазоне второй удвоитель (20-метровый) работает как усилитель. При работе на 10-метровом диапазоне мощный каскад переключается на удвоение.

Передатчик питают два выпрямителя. Один, дающий анодное напряжение порядка 750 *в* и работающий на двух кенотронах типа 5U4, питает мощный каскад, второй — на кенотронах 5Ц4 питает задающий генератор и удвоители. Подводимая мощность к мощному каскаду получается порядка 40 *вт*. Манипуляция передатчика осуществляется ключеванием или задающего генератора, или экранных сеток мощного каскада.

УА6СФ работает и телефоном. Модулятор — 4-каскадный. Первые два каскада — на лампах 6SQ7, затем идет фазоинвертер на лампе 6Н7, и в оконечном каскаде применены две лампы 6Л6, включенные по двухтактной схеме. Модуляция экранная, на выходной каскад.

Приемник т. Самборского самодельный, 13-ламповый супергетеродин с двойным преобразованием и кварцевым фильтром. Промежуточные частоты — 1 415 и 115 *кгц*.

Антенна УА6СФ «американка» с однопроводным фидером, рассчитанная на 20-метровый диапазон; она при помощи реле переключается или на передачу или на прием.

УА6СФ за время своей работы осуществил телеграфом связь со всеми 16 советскими республиками и работал с 75 различными странами мира, в том числе с LU, PY, ZL, VK и с рядом других дальних станций. Телефоном он работал с большинством европейских стран, а также с 4Х (Израиль) и с Индией.

Описание аппаратуры радиостанции UA6SF в журнале "Радио", 1949, № 10.


Центральный Совет Союза Осоавиахим СССР и РСФСР

Управление Военного Обучения

№ 04/5 [illegible]

5 [illegible] 194[illegible]

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Предъявитель сего радиолюбитель-коротковолновик — член Осоавиахима тов. [illegible]

проживающий [illegible]

зарегистрирован в Управлении Военного Обучения ЦС Осоавиахима СССР

по [illegible] категории и ему присвоены позывные [illegible]

Действительно по 5 [illegible] 194[illegible] г.

Зам. Председателя ЦС Осоавиахима СССР

Комдив [illegible] *(Клементьев)*

Н-к Отдела Связи УВО ЦС Осоавиахима СССР

Подполковник [illegible] *(Горюнов)*

Примечание. Настоящее удостоверение не освобождает от регистрации приемника по линии НКСвязи и внесения установленной абонементной платы за радиослушание.

Удостоверение коротковолновика-наблюдателя, 1941 г.

жает заниматься радио и получает разрешение на постройку любительского радиопередатчика. В 1947 г. передатчик был готов. Конструкция аппарата, использовавшего передовые достижения того времени, была подробно описана в журнале "Радио", 1949, № 10, на с. 40. После проверки радиопередатчика комиссией Крымского Управления связи радиостанция была введена в эксплуатацию.

Валентин Самборский начал активно работать в эфире закреплённым за ним позывным UA6SF. Работал в основном телеграфом практически на всех любительских КВ-диапазонах. За сравнительно короткий период он заполнил с десяток толстых аппаратных журналов. Имел связи со многими странами мира всех шести континентов. Участвовал в некоторых соревнованиях, провёл связи со всеми союзными республиками и многими областями СССР. Для радиосвязей Валентин Самборский использовал радиоприёмник собственной конструкции. В период учёбы в институте часто ездил в Москву, где познакомился с известными в то время радиолюбителями Ю. Н. Прозоровским (UA3AW), В. Б. Востряковым (UA3AM) и др.


В. Д. Самборский, 1949 г.


UA6SF и UA6SJ за работой на радиостанции.

После демобилизации Валентина Самборского ежегодно призывали на трёхмесячные военные сборы. В тот период при длительных командировках владелец любительской радиостанции обязан был временно закрывать радиостанцию. С учётом дефицита времени над радиолюбительской деятельностью нависла угроза. Поэтому, когда ему присвоили очередное звание и направили на длительный период на Дальний Восток, он написал заявление в Инспекцию электросвязи и в 1952 г. закрыл свою радиостанцию, а аппаратуру передал в Крымский областной радиоклуб на коллективную радиостанцию, где его передатчик эксплуатировался в течение длительного периода. Свои первые радиосвязи на этом передатчике в декабре 1956 г. начал проводить и автор этих строк.

11 октября 2014 г. старейшему радиолюбителю Крыма с довоенным стажем В. Д. Самборскому исполнилось 90 лет. По этому поводу в Феодосийском морском порту, где Самборский проработал более полувека (56 лет), состоялись торжества, на которых присутствовали руководители предприятия, ветераны порта и радиолюбительская общественность. На торжествах звучали поздравления и благодарственные слова юбиляру. Все выступающие отмечали скромность, отзывчивость и бескорыстие героя дня. Юбиляру были вручены памятные подарки и сувениры. От имени радиолюбителей Крыма через начальника службы связи порта Дмитрия Ширина (RM6KD) юбиляру вручили Почётную грамоту от руководства ДОСААФ Республики Крым "За весомый вклад в развитие радиолюбительства в Крыму" и книгу от автора этой статьи "История радиолюбительского движения и радиоспорта в Крыму", в которой отмечалась его активная работа по созданию аппаратуры для коллективной радиостанции Крымского радиоклуба. На вопрос о секрете долголетия Валентин Дионисович скромно ответил, что для этого "*необходимы умственная тренировка мозгов и физический труд. Я занимаюсь рыбалкой, люблю подвижный образ жизни, провожу время у моря и на свежем воздухе. Воспитал двух дочерей и одного внука. Меня всегда окружали прекрасные друзья*". Самым закадычным из них был Павел Васильевич Гуленко (UA6SJ) (1922—2010), тоже радиолюбитель, с которым он проводил многие часы у радиостанции.

Валентин Дионисович Самборский в свои 93 года полон сил и энергии, продолжает радиоконструкторскую деятельность и готовится торжественно встретить очередной День Победы в Великой Отечественной войне!

Крепкого здоровья Вам, дорогой Ветеран!

Устройство согласования антенны с дистанционным управлением от компьютера

Олег ГОЛОВИНСКИЙ (R7DD), г. Ейск Краснодарского края

Разрабатывая это устройство, автор ставил перед собой задачу сделать его максимально простым, пригодным для изготовления в домашних условиях. Так как располагаться оно должно было непосредственно у антенны (иначе невозможно обеспечить хороший КСВ в фидере), необходимы были дистанционное управление и экономичность, не допускающая больших электрических нагрузок на подводящие питание провода. Число этих проводов, в том числе информационных, следовало свести к минимуму. Устройство должно быть надёжным и несложным в использовании. Результат этой разработки описан в предлагаемой статье.

Автоматическое согласование было отклонено на первом же этапе проектирования ввиду необходимой для него повышенной точности изготовления аппаратной части и существенного усложнения программного обеспечения. Тем более, что ручное согласование всегда намного точнее. Именно поэтому существуют много "фирменных" моделей согласующих устройств с ручной подстройкой. Но такие устройства невозможно либо затруднительно расположить непосредственно у антенны.

В итоге было решено согласующее устройство и блок управления им установить в непосредственной близости от антенны, а команды переключения катушек индуктивности и конденсаторов подавать с компьютера, которым управляет оператор. Память компьютера способна хранить все параметры настройки каждой антенны (если она не одна) на большое число разных частот.

Предварительное согласование антенны на нужных частотах каждого диапазона с помощью предлагаемого устройства выполняют по показаниям КСВ-метра трансивера, занося найденные комбинации параметров в память компьютера. Когда эта процедура выполнена, достаточно при смене частоты сообщить программе компьютера её новое, зафиксированное в памяти значение, точнее, выбрать диапазон и его участок (поддиапазон). Информация, необходимая для оптимального согласования антенны, будет передана в устройство управления, которое и установит в заранее найденные состояния реле, переключающие катушки и конденсаторы согласующего устройства.

Даже при переходе с одного диапазона на другой достаточно щёлкнуть один раз мышью, чтобы антенна была полностью согласована. При этом вовсе не требуется включать передатчик, что необходимо для автоматического согласующего устройства. Ещё один плюс такого решения — экономия драгоценного пространства на рабочем месте оператора. На нём не нужно размещать никаких дополнительных устройств, поскольку для управления антенной достаточно компьютера.

Собственно согласующее устройство выполнено по традиционной Г-образной схеме, изображённой на **рис. 1**, и никаких особенностей не имеет. Единственное, на что следует обратить внимание, — высокочастотные цепи и цепи управления реле электрически не связаны. Обмотки реле и блок управления ими во избежание различных наводок и помех питают от отдельного источника.

Рис. 1

Характеристики контактов реле К1—К17, катушек индуктивности L1—L8 и конденсаторов С1—С8 должны соответствовать предполагаемой мощности передатчика. Особенно критично пробивное напряжение конденсаторов, так как напряжение на них зависит от входного сопротивления антенны и при большом значении последнего может существенно возрасти.

Так как автор не предполагал подводить к антенне мощность более 100 Вт, использованы реле РЭС34 исполнения РС4.542.370-01 с рабочим напряжением катушки +27 В. Чтобы понизить общую потребляемую мощность, а также уменьшить перегрев, реле питают напряжением +24 В, при котором они надёжно срабатывают. Источник питания должен быть рассчитан на ток нагрузки не менее 1 А.

На **рис. 2** изображена схема блока управления, располагаемого поблизости от согласующего устройства, разъёмы ХР1 и XS1 которого соединяют соответственно с разъёмами XS1 и ХР3 блока. Обратите внимание, что как на блоке, так и в согласующем устройстве применены разъёмы DB-9 разного типа. Это не позволяет перепутать их при соединении.

Печатная плата согласующего устройства размерами 270×160 мм изображена на **рис. 3**, а расположение деталей на ней — на **рис. 4**. Плату делают из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 2...3 мм. Конденсатор С3 — слюдяной СГМ-3. Конденсаторы С4—С8 образованы группами по два или четыре слюдяных конденсатора КСО-2Г, соединённых параллельно или последовательно для получения нужной ёмкости. Посадочные места для конденсаторов, входящих в состав групп, отмечены их позиционными обозначениями с соответствующим (от одного до четырёх) числом апострофов. Номинальное напряжение всех этих конденсаторов — 500 В.

Конденсатор С1 — подстроечный 1КПВМ-6 с воздушным диэлектриком максимальной ёмкостью 12 пФ на номинальное напряжение 650 В. Конденсатор С2 состоит из аналогичного подстроечного конденсатора и подключённого ему параллельно конденсатора КВИ-1 ёмкостью 12 пФ. Роторы обоих подстроечных конденсаторов установлены на максимальную ёмкость. Если имеются подходящие постоянные конденсаторы, от применения подстроечных следует отказаться.

Конденсаторы С9—С25, блокирующие обмотки реле, — керамические.

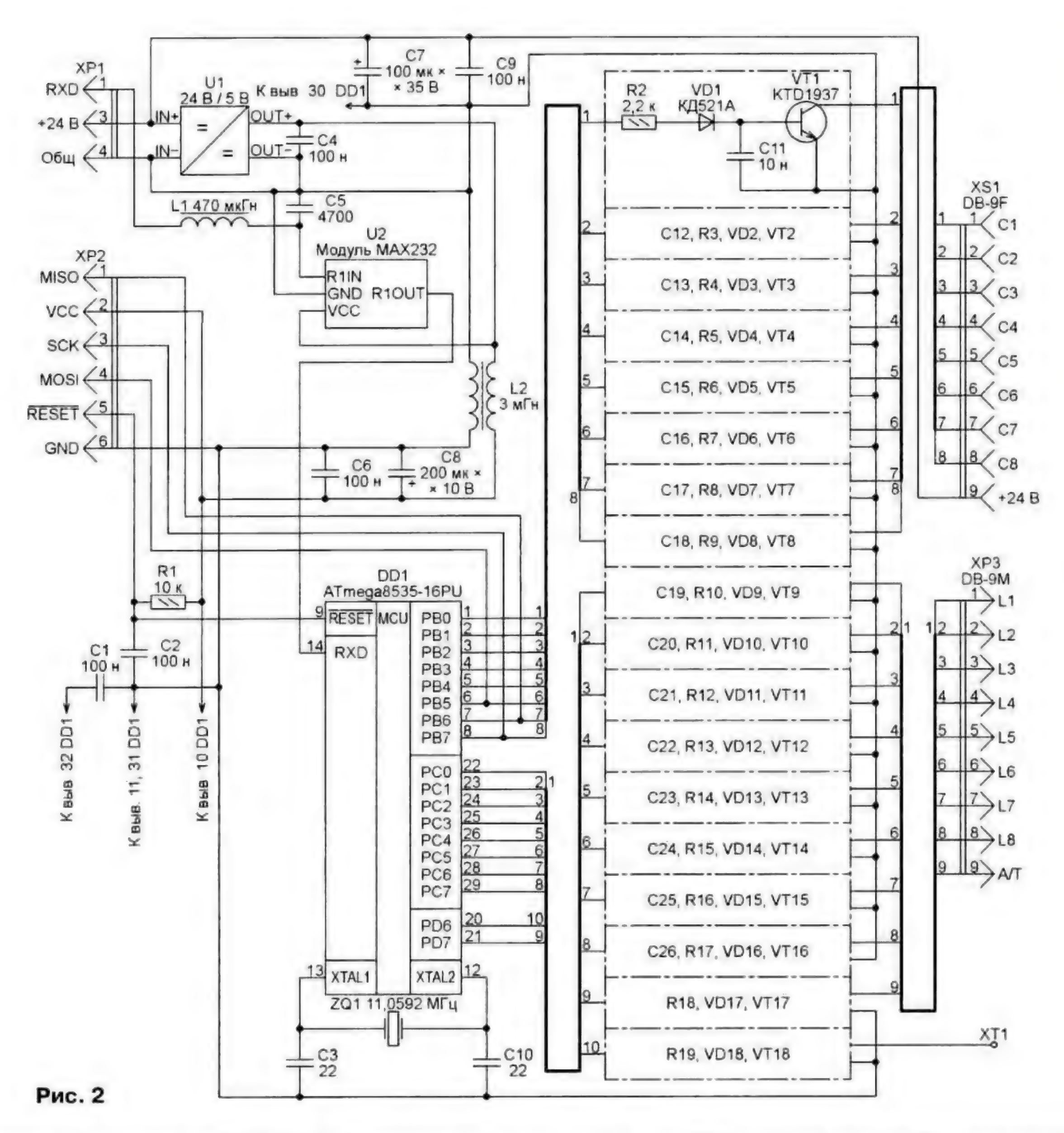


Рис. 2

Катушка	Индуктивность, мкГн	Число витков	Провод	Диаметр провода, мм	Диаметр оправки (каркаса), мм	Шаг (длина) намотки, мм	Число слоёв
L1	0,05	2	Посеребр.	2	25	2	1
L2	0,1	4	Посеребр.	2	15	1,5	1
L3	0,2	6	Посеребр.	2	15	1	1
L4	0,4	6	Посеребр	2	25	1,5	1
L5	0,8	10	Посеребр.	2	25	1	1
L6	1,6	14	ПЭВ-2	1,4	20	0	1
L7	3,2	18	ПЭВ-2	1,2	(20)	(15)	2
L8	6,4	26	ПЭВ-2	1,2	(20)	(21)	2

Вместе с диодами VD1—VD17 они припаяны непосредственно к выводам обмоток соответствующих реле. Диоды КД521А можно заменить на КД521Б, Д220А, Д220Б и аналогичные по допустимому прямому току и обратному напряжению.

Диоды VD1—VD17 подавляют выбросы напряжения на обмотках реле при их коммутации. Конденсаторы C9—C25 предотвращают ложные срабатывания реле под воздействием мощного электромагнитного поля. При хорошей экранировке устройства эти конденсаторы устанавливать не обязательно, но всё же очень желательно.

Намоточные данные катушек индуктивности L1—L8 приведены в **таблице**. Катушки L1—L6 — бескаркасные, L7 и L8 намотаны виток к витку в два слоя на отрезках полистироловой трубы внешним диаметром 20 мм. После монтажа на печатную плату индуктивность всех катушек желательно проверить (автор пользовался для этого прибором LC100-A [1]) и при необходимости подогнать её, сжимая и раздвигая витки.

Основа блока управления — микроконтроллер DD1 ATmega8535-16PU. Частота кварцевого резонатора ZQ1 выбрана равной 11,0592 МГц, чтобы обеспечить стандартную скорость обмена информацией с компьютером по последовательному интерфейсу. К разъёму XP2 на время загрузки программы в микроконтроллер подключают

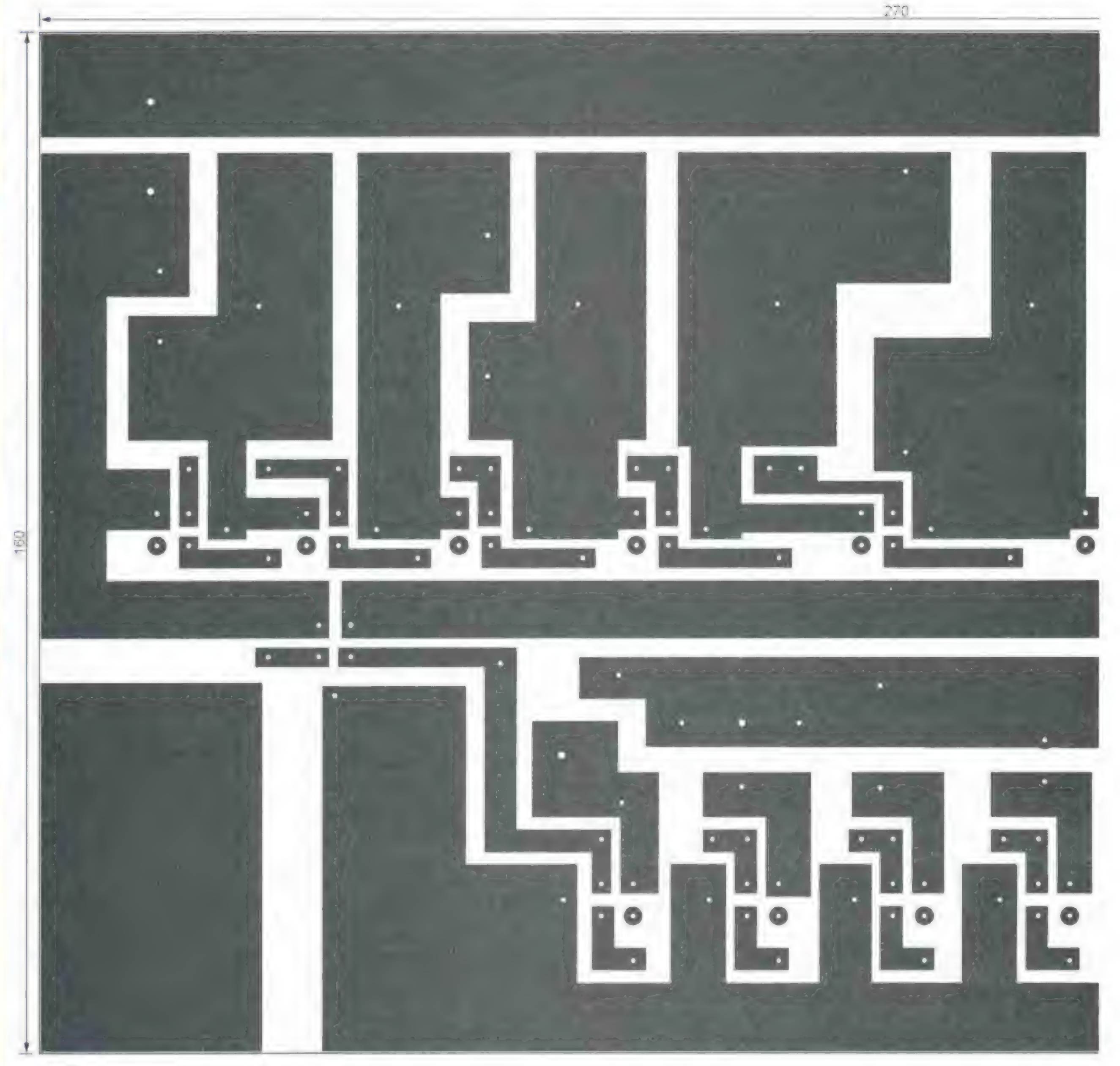


Рис. 3

программатор. Поскольку в прилагаемом к статье загрузочном файле HATunerAsm.hex конфигурация микроконтроллера не указана, её нужно задать вручную в соответствии с **рис. 5**. Учтите, что отмеченные там разряды не должны быть запрограммированы (иметь значение 1).

Для коммутации обмоток расположенных в согласующем устройстве реле применены мощные транзисторы KTD1937 структуры n-p-n. Вместо них можно использовать другие кремниевые транзисторы той же структуры с допустимыми постоянным током коллектора более 200 мА и напряжением коллектор—эмиттер не менее 50 В. Например, серии КТ972.

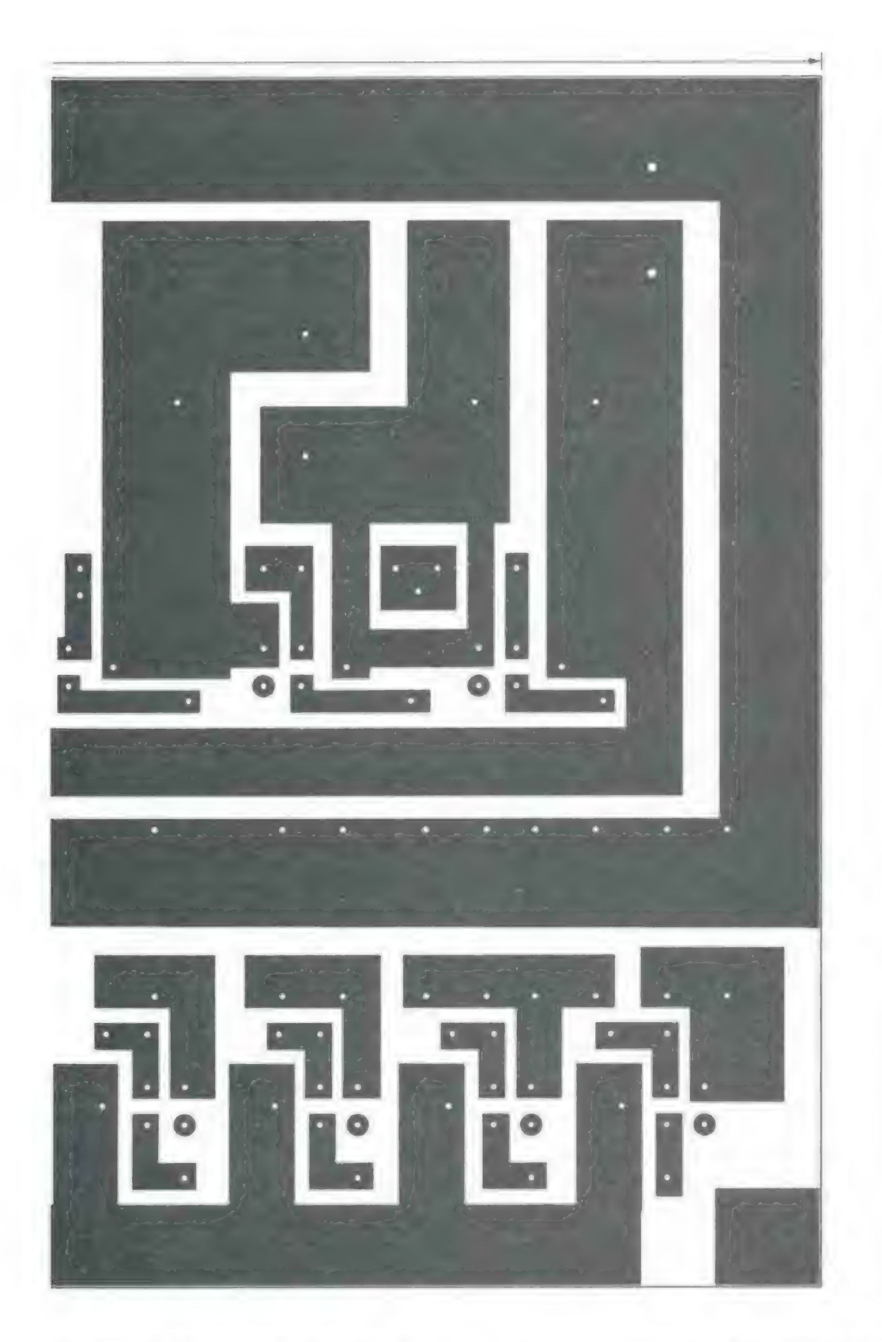
Блок управления и подключённые к его разъёмам XS1 и XP3 реле питаются от упомянутого выше источника постоянного напряжения 24 В, который подключают к контактам 3 (+) и 4 (–) разъёма XP1. Напряжение 5 В для питания микроконтроллера DD1 получено из 24 В с помощью модуля регулируемого понижающего импульсного стабилизированного преобразователя напряжения U1, выполненного на микросхеме LM2596 [2].

Параметры этого изделия, приобретённого в интернет-магазине, следующие:

Входное напряжение, В ....2,4...35
Выходное напряжение (регулируемое), В ....1,25...30
Максимальный ток нагрузки, А 2

Каждая обмотка двухобмоточного помехоподавляющего дросселя L1 должна иметь индуктивность не менее 1 мГн. Главное, чтобы их собственная ёмкость была минимальной. Резисторы R2—R19 ограничивают ток нагрузки выходов микроконтроллера. Диоды VD1—VD18 защищают эти выходы от повышенного напряжения в случае пробоя транзисторов VT1—VT18. Некоторые из диодов в процессе эксплуатации были заменены светодиодами серии КИПМО-1В различного цвета свечения. Получилось очень удобно — сразу видно, на обмотки каких реле подано напряжение.

Информационный сигнал TXD с COM-порта компьютера (последовательность передаваемых последовательным кодом байтов) поступает на контакт 1 разъёма XP1 и далее через фильтр L1C5 на модуль U2 с установленной в нём со стандартным обрамлением микросхемой MAX232 — преобра-



зователем физических уровней сигналов интерфейса RS-232 в совместимые с логическими уровнями микроконтроллера. При необходимости такой модуль можно собрать на микросхеме MAX232 или одном из её многочисленных аналогов по типовой схеме, приведённой, например, в [3]. С выхода преобразователя сигнал приходит на вход RXD микроконтроллера DD1.

Если расстояние от компьютера до места, где установлен блок управления, не превышает 15 м, модуль U2 можно исключить, соединив блок управления с разъёмом USB компьютера через преобразователь интерфейса RS-232 в USB, например, на микросхеме PL2303. При большем расстоянии для лучшей помехозащищённости предпочтительнее всё-таки использовать связь через COM-порт.

Микроконтроллер DD1, получив команду от компьютера, устанавливает на выходах своих портов В и С комбинацию логических уровней, нужную для включения заданных командой реле K2—K17. Выход PD7 управляет реле K1, подключающим конденсаторы согласующего устройства к его входу (разъёму XW1) или к выходу (разъёму XW2).

Выход PD6 с помощью транзистора VT18 может управлять ещё одним реле, назначение которого не оговорено. В моём случае оно включает и выключает вентилятор, обдувающий реле. Во время эксплуатации выяснилось, что реле РЭС34, хотя и рассчитанные, согласно документации, на напряжение 27 В, довольно сильно нагреваются, даже работая от напряжения 24 В. Летом, когда температура воздуха в месте установки согласующего устройства достигает 45...50 °С, обдув очень кстати.

Напряжение питания и управляющие команды компьютера поступают на блок управления по двухпроводному микрофонному кабелю в экранирующей оплётке, оснащённому разъёмом 2EGDK5.08 — ответной частью разъёма XP1 (2EGD5.08). Оплётка — минус питания, один провод — его плюс, второй — информационный сигнал TXD от компьютера.

Внешний вид согласующего устройства и блока управления показан соответственно на **рис. 6** и **рис. 7**.

Окно компьютерной программы HATuner, разработанной для управления описанным согласующим устройством, показано на **рис. 8**. В верхней его части находятся два ряда по восемь экранных кнопок, каждая из которых включает и выключает соответствующий конденсатор или катушку согласующей цепи. Текущее состояние кнопки отображается единицей (элемент подключён) или нулём (элемент отключён) на её поверхности, кроме того, кнопки, в зависимости от состояния, различаются цветом фона.

Слева от каждого ряда кнопок выведены десятичные значения кодов, генерируемых программой и передаваемых блоку управления. Крайним левым кнопкам соответствуют самые маленькие приращения суммарной ёмкости или индуктивности, а самым правым — самые большие. Значения суммарной ёмкости и индуктивности отображаются в полях справа от экранных кнопок "C=" и "L=" в численном виде и затемнением части поля, пропорциональной отображаемому параметру.

Ёмкость и индуктивность можно изменять не только описанными кнопками, но и перемещая мышью границы темной и светлой зон в соответствующих полях или нажимая на экранные кнопки с двойными стрелками. Можно непосредственно вводить десятичные значения параметров в микрогенри и пикофарадах (если они известны) в соответствующие поля. Введя число, следует нажать на экранную кнопку "C=" или "L=". Это сразу приведёт кнопки включения/выключения элементов в нужные состояния и переместит границы светлых и тёмных зон в соответствующих полях.

Память значений параметров согласования в программе HATuner состоит из трёх банков. В каждом из них, условно относящемся к одной из имеющихся антенн (или к одной и той же антенне, работающей в разных условиях, например, зимой и летом), предусмотрены ячейки памяти для пяти поддиапазонов в каждом из десяти диапазонов. Всего 3×10×5=150 шестнадцатиразрядных ячеек памяти. Как показала практика, этого более чем достаточно. При необходимости можно заменить файл conf.cfg, в папке с программой, другим (предварительно сохранив старый под другим именем, например conf_1.cfg) и заполнить в нём ещё 150 ячеек. Это можно делать неоднократно. Ограничение в 150 ячеек обусловлено, прежде всего, удобством пользования программой, а не недостатком свободной памяти.

270
160
К конт. 1 XP1
К конт. 2 XP1
К конт. 3 XP1
К конт. 4 XP1
K2
K3
K4
K5
C1
C2'
C2"
C3
C4'
C4"
К конт. 9 XP1
К конт. 9 XS1
K1
К конт. 1 XS1
К конт. 2 XS1
К конт. 3 XS1
К конт. 4 XS1
К конт. 5 XS1
K10
K11
K12
K13
K14
L1
L2
L3
L4
L5
К XW1

Рис. 4

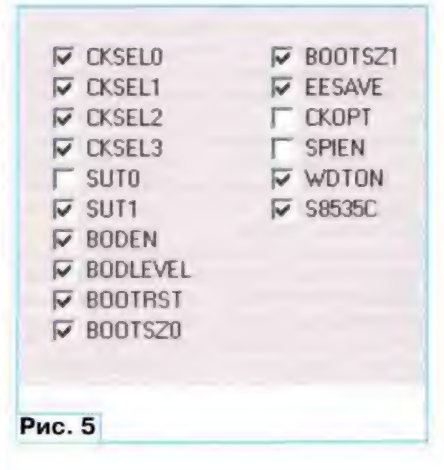


Рис. 5



Рис. 6

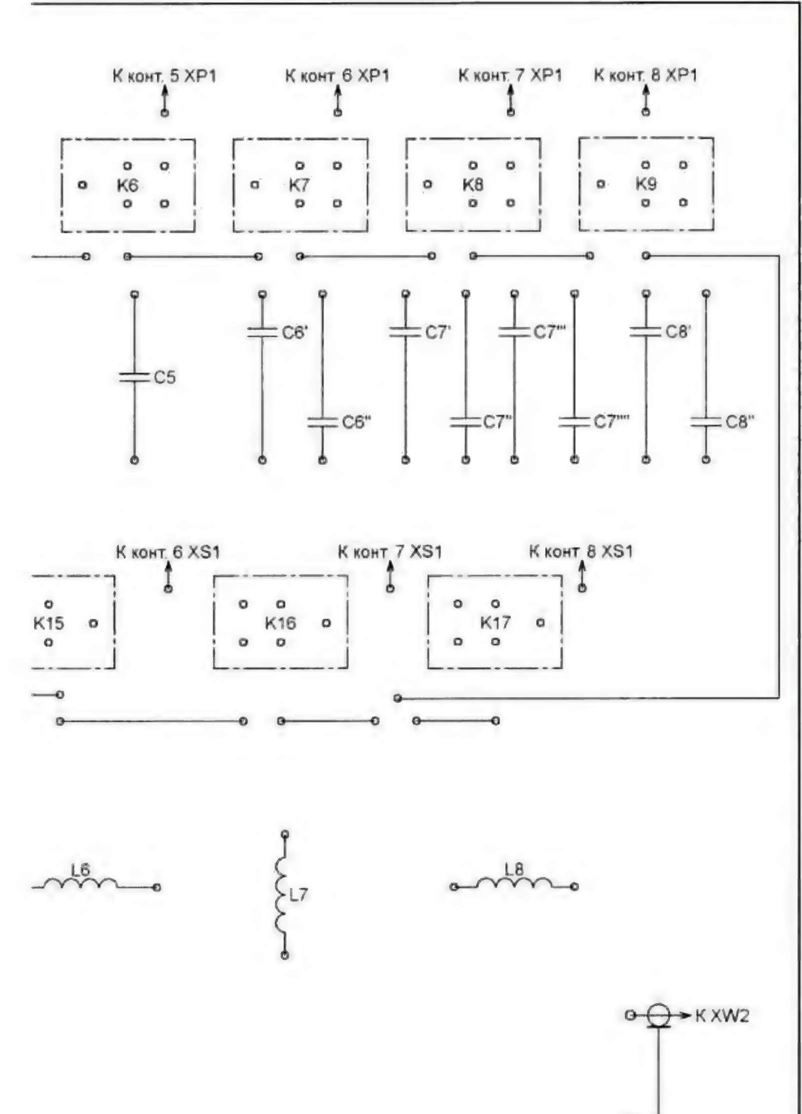




Рис. 7



Рис. 8

При выборе любого диапазона и поддиапазона коды ёмкости и индуктивности из выбранной ячейки программа немедленно передаёт в блок управления.

Чтобы записать новые значения, необходимо выполнить следующее:

— выбрать нужный диапазон, поддиапазон и антенный банк;

— включив передатчик и вручную изменяя ёмкость и индуктивность, добиться минимального КСВ;

— нажать на экранную кнопку SAVE, чтобы записать найденное состояние в выбранную ячейку памяти.

После этого можно переходить к согласованию антенны на следующей частоте.

Диапазоны имеют обозначения, соответствующие радиолюбительским, однако любую ячейку можно использовать для любого диапазона. Например, в моём случае пяти поддиапазонов в диапазоне 160 метров не хватает, поэтому я использую дополнительные ячейки памяти в диапазоне "Д" (дополнительном).

При выборе антенного банка 3 микроконтроллер DD1 на своём выходе PD6 формирует напряжение + 5 В, открывая этим транзистор VT18. Нагрузкой этого транзистора может быть, например, реле, дистанционно переключающее антенны. Но у меня антенна одна, при выборе банка 3 включается вентилятор обдува реле.

Чтобы на прогрессбаре отображались реальные значения L и C, необходимо ввести самое маленькое значение ёмкости и индуктивности, нажав на экранную кнопку, обозначенную многоточием. После этого нужно нажать на экранную кнопку Refresh для обновления состояния полей, отображающих суммарную ёмкость и индуктивность. Кроме того, при нажатии на эту кнопку в COM-порт компьютера принудительно отправляются данные из текущей ячейки памяти. COM-порт, к которому подключён блок управления согласованием, указывают в соответствующем поле окна. Если выбранный порт не существует или занят другой программой, то заголовок поля его выбора становится красным.

Печатная плата блока управления и схема размещения элементов на ней изображены на **рис. 9**.

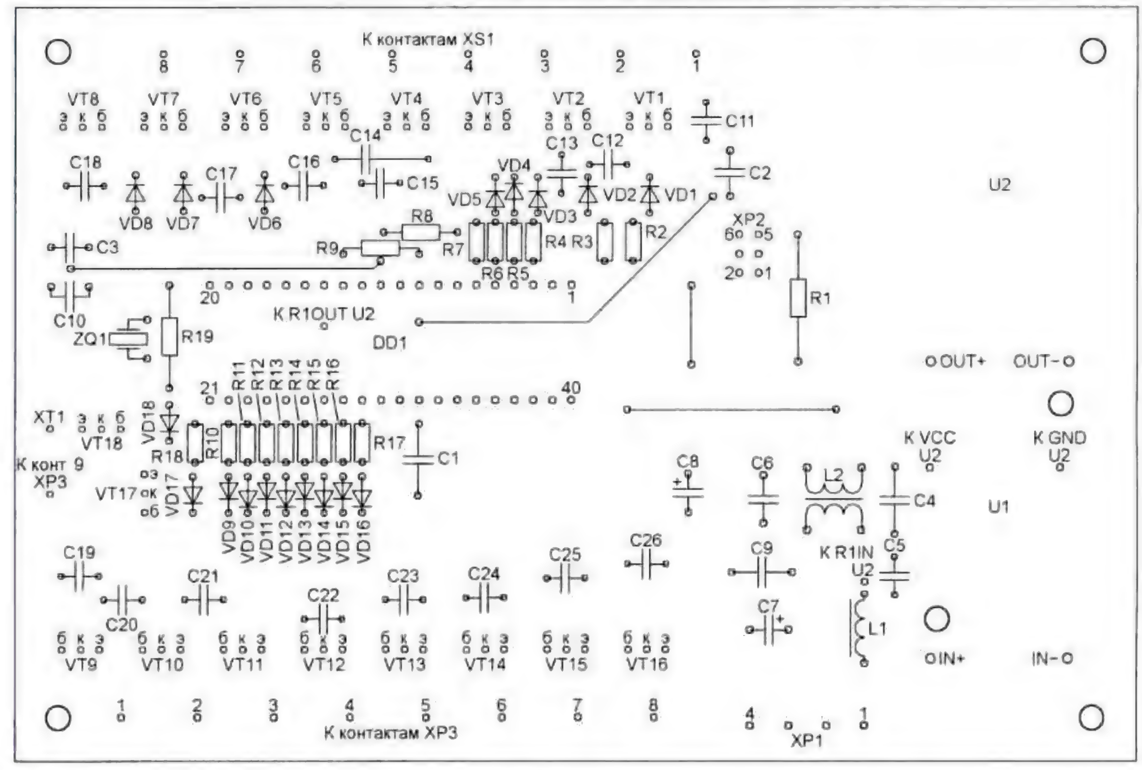


Рис. 9

В заключение хочу сказать, что конструкция получилась очень простой в изготовлении и очень удобной в использовании. Первоначальная настройка на все диапазоны заняла не больше часа, а последующее использование показало, что согласование происходит очень просто и предельно быстро.

ЛИТЕРАТУРА

1. LC100-A — весьма точный L/C-измеритель. — URL: **https://mysku.ru/blog/china-stores/46768.html** (24.12.17).

2. DC-DC преобразователь LM2596. — URL: **http://catethysis.ru/lm2596_dc-dc_converter/** (24.12.17).

3. MAX232x Dual EIA-232 Drivers/Receivers. — URL: **https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf** (24.12.17).

***От редакции**. Файлы печатных плат, программы микроконтроллера и компьютера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/su.zip** на нашем FTP-сервере.*



Ночной светильник

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Применение совместно с Arduino Uno ультразвукового датчика-дальномера HC-SR04 (**рис. 1**) позволило реализовать устройство, описание конструкции которого приводится далее. HC-SR04 — один из самых распространенных и доступных датчиков, он позволяет измерять расстояние до объекта в интервале от 2 до 400 см. В предлагаемой конструкции с его помощью будет проводиться измерение расстояния от светильника до ладони. Датчик имеет небольшие габариты и простой интерфейс. Внешний вид светильника показан на **рис. 2**. Изменяя расстояние между ладонью и светильником от 5 до 45 см, можно переключать цвет свечения или выключить его совсем. В программе-скетче заложены пять вариантов работы светильника: белый свет, выключено, красный, зелёный и синий. Изменив программу, число вариантов можно сделать больше.



Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 3**. Датчик HC-SR04 имеет четыре вывода. Два из них Vcc и Gnd — для подачи питания, а два Trig и Echo — цифровые вход и выход соответственно. Для проведения измерения расстояния на вход Trig необходимо подать запускающий импульс длительностью около 10 мкс. По спаду импульса датчик излучает в пространство перед собой пачку ультразвуковых сигналов частотой 40 кГц. После приёма отражённого сигнала на выходе Echo формируется импульс, длительность которого пропорциональна расстоянию до объекта, от которого отразился сигнал. Следующий запускающий импульс рекомендуется подавать не ранее чем через 50 мс, что связано со временем обработки первого импульса. Взаимодействуют с входом и выходом датчика два вывода платы Arduino Uno — вывод 8 — как выход и вывод 9 — как вход. Напряжение питания на светодиоды EL1—EL3 поступает через транзисторы VT1—VT3. Логические уровни для



Рис. 2

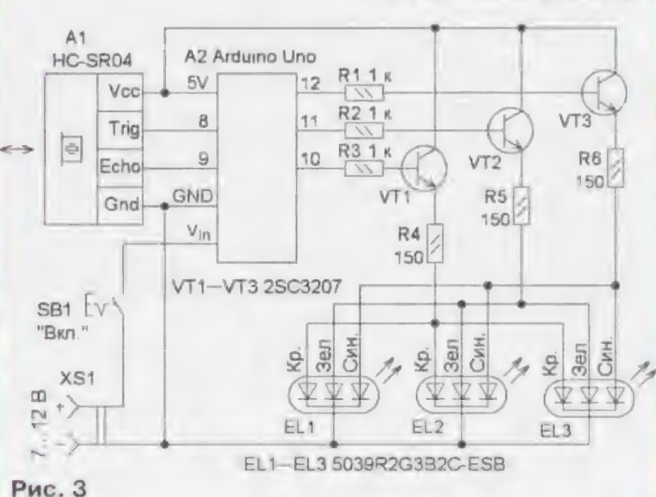


Рис. 3

управления транзисторами формируются на выходах 10, 11, 12 платы Arduino Uno.

Далее о работе программы. В основной части реализованы операции. Каждые 100 мс устройство измеряет расстояние до предполагаемого положения ладони, переводит его в сантиметры, сравнивает с граничными значениями и принимает решение по включению соответствующих светодиодов (кристаллов светодиодов). Команды **digitalWrite(trigPin, HIGH); delayMicroseconds(15)**; и **digitalWrite(trigPin, LOW)**; формируют запускающий импульс для датчика A1. По команде **pulseIn()** микроконтроллер измеряет длительность сигнала на указанном входе для разных уровней (HIGH или LOW). Например, если задано считывание состояния HIGH , микроконтроллер ожидает, пока на указанном входе не появится высокий уровень (HIGH). При его появлении включается счётчик-таймер, который будет остановлен, когда уровень сигнала сменится на низкий (LOW). Измерение производится в микросекундах. Функция **pulseIn()** имеет три аргумента: наименование или номер вывода, тип ожидаемого сигнала, длительность ожидания сигнала (по умолчанию 1000 мс). Таким образом, команда **x=pulseIn(echoPin, HIGH,4000);** означает следующее: измерение длительности сигнала (переменная **x**) с высоким уровнем на выводе echoPin (вывод номер 9) и присвоение переменной **x** значения 0, если сигнал не вернулся в течение 4 мс. Команда **x1 = x / 58;** переводит измеренное значение длительности в сантиметры. Команды, начинающиеся с условия **if()**, производят включение светодиодов в зависимости от расстояния до ладони. Например, командная строка **if(x1<=55&x1>=45) {digitalWrite(10, HIGH);digitalWrite(11, HIGH);digitalWrite(12, HIGH);}** трактуется так: если расстояние до ладони больше или равно 45 см, но меньше или равно 55 см, включаются все светодиоды до выполнения нового условия.

Далее о конструкции светильника. Её основа — пластмассовая банка от геля. Светодиоды, датчик и кнопочный выключатель установлены на крышке банки. Для этих элементов в крышке высверливают отверстия соответствующих диаметров. Датчик и светодиоды крепят с помощью термоклея. Резисторы и транзисторы монтируют на макетной гетинаксовой плате, которую размещают внутри банки.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, транзисторы — любые маломощные структуры n-p-n. Светодиоды — любые маломощные трёхцветные с общим катодом или одноцветные в каждом канале, но важно, чтобы параметры параллельно включённых светодиодов были одинаковыми. Выключатель может быть любого типа, малогабаритный. Для питания светильника можно применить сетевой блок питания, в том числе и нестабилизированный напряжением 7...12 В и выходным током до 300 мА.

Налаживание сводится к корректировке программы для установки желаемого расстояния, при котором происходит переключение режимов.

От редакции. *Программа для Arduino Uno находится по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/svetn.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Светодиодный фонарь с аккумулятором большой ёмкости

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Девять лет назад автор приобрёл компактный светодиодный фонарь в алюминиевом корпусе (**рис. 1**), в состав которого входят девять светодиодов белого свечения, выключатель и кассета-держатель для трёх гальванических элементов или аккумуляторов типоразмера AAA (LR03). Измерения показали, что при напряжении питания 4,5 В суммарный ток через светодиоды составил 0,7 А. Через несколько минут работы четыре светодиода перегорели. В результате этот фонарь был переделан в соответствии со схемой, показанной на **рис. 2**. Но произошло это не сразу. Первоначально в цепь питания светодиодов были установлены токоограничивающие резисторы R8—R10, а сами безымянные светодиоды с укороченными линзами были заменены сверхъяркими светодиодами ARL-5113UWC-17cd, которые светят заметно ярче штатных. В таком виде фонарь эксплуатировался девять лет. За это время были заменены три комплекта щелочных батарей, стоимость которых превысила стоимость фонаря, а его общая наработка не превысила двух часов, что означает,


Рис. 1

что большая часть энергии питающей батареи была растрачена на саморазряд. Прошло немало времени, прежде чем были разработаны решения, как разместить в этом компактном фонаре, не изменяя его внешний вид, относительно большой Li-Ion аккумулятор типоразмера 18650 с контроллером его зарядки.

Для зарядки аккумулятора к гнезду XS1 (microUSB) подключают источник питания с выходным напряжением 4,8...5,5 В. Подойдёт любое зарядное устройство для мобильных устройств, рассчитанное на выходной ток не менее 0,5 А. Через токоограничительные резисторы R1—R6 и диод Шотки VD1 напряжение поступает на контроллер A1. Этот контроллер отключает аккумулятор G1 при достижении напряжения на нём 4,34 В и снижении менее 3,1 В. При подключённом зарядном устройстве благодаря наличию цепи R7VD2 светодиоды светят относительно слабо, информируя о том, что на гнездо XS1 поступает напряжение питания. В момент окончания зарядки аккумулятора ток через контроллер A1 прекращается, напряжение на его внешних выводах возрастает, светодиоды станут светить немного ярче.

На **рис. 3** показано, как всё это удалось сделать. К приваренным контактным лепесткам аккумулятора сбоку припаивают провода, после чего аккумулятор обматывают несколькими слоями ПВХ изоляционной ленты. Затем на него надевают плотную термоусаживаемую трубку, которая ужимается быстрыми нечастыми движениями над газовой горелкой. Все дополнительные детали, кроме резис-

торов R8—R10, закрепляют на этой термоусаживаемой трубке. Для крепления использованы швейные нитки, цианакрилатный и резиновый клей. Учитывайте, что сцепление цианакрилатного клея с материалом термоусаживаемой трубки очень прочное, что-либо переклеить повторно без её повреждения будет почти невозможно, поэтому наносите клей только после полной проверки работоспособности устройства.

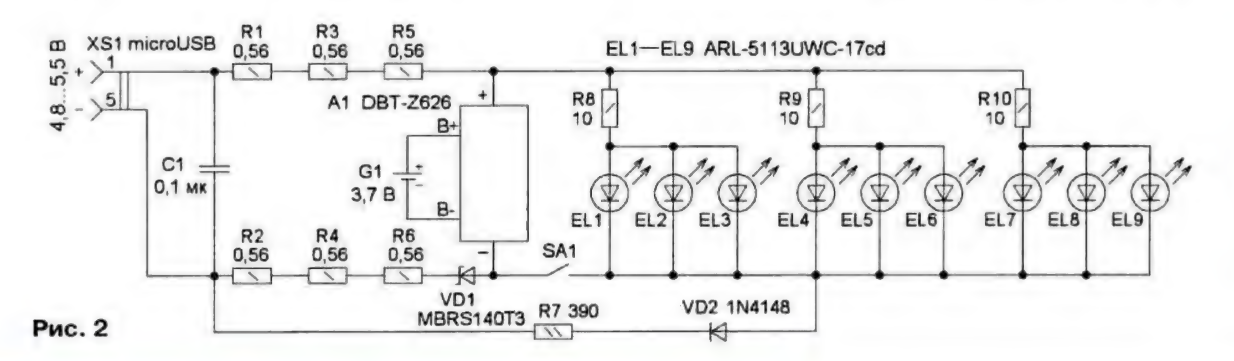


Рис. 2

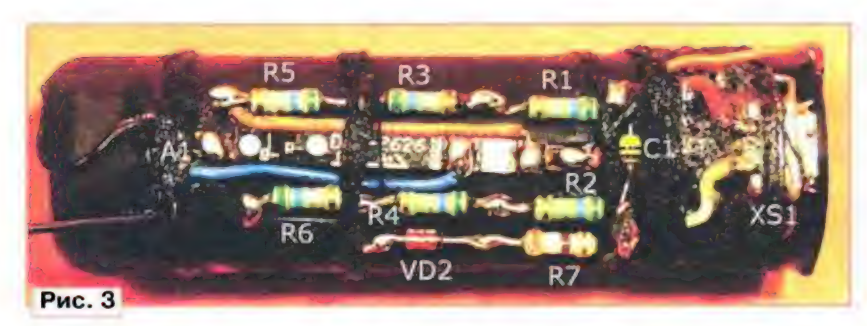


Рис. 3


Рис. 4

К гнезду XS1 припаивают дополнительный проволочный держатель. После чего гнездо закрепляют нитками и пропитывают их по всей окружности цианакрилатным клеем. Резиновым клеем в несколько слоёв это гнездо смазывают в месте расположения его контактов. После проверки работоспособности все места пайки покрывают цианакрилатным клеем, затем весь получившийся брикет обматывают ПВХ изоляционной лентой с таким расчётом, чтобы аккумулятор не шатался в корпусе фонаря. Все показанные на рис. 3 детали монтируют так, чтобы не было острых паек, способных проткнуть изоляционную ленту.

Для зарядки аккумулятора нужно будет отвинтить заднюю крышку фонаря и немного вытянуть аккумулятор наружу, как показано на **рис. 4**. На этом фото также показаны аккумулятор указанного типа и ставшая ненужной батарейная кассета-держатель, которую можно использовать для других конструкций. Чтобы аккумулятор разместился в корпусе фонаря, пластмассовый рефлектор укорачивают на 6 мм, поэтому светодиоды будут располагаться ближе к защитному стеклу. Выключатель и плату со светодиодами соединяют с остальными элементами отрезками изолированного монтажного провода.

Резисторы R8—R10 — для поверхностного монтажа, они размещены на штатной печатной плате, на которой смонтированы светодиоды, при этом плюсовой печатный проводник разделён на три сектора. Остальные резисторы — любые малогабаритные, конденсатор — малогабаритный керамический. В фонаре изготовителем предусмотрена возможность установки кнопочного переключателя на четыре положения. Применив такой переключатель, можно будет поочерёдно зажигать одну, две или все три группы светодиодов. Вместо диода Шотки MBRS140T3 можно установить любой аналогичный с допустимым током до 1 А и обратным напряжением 20...45 В, например, серий MBRS130LT3, 1N5818, SB140, SR104, EC31QS04. Диод 1N4148 можно заменить любым из серий 1N914, PMLL4148, PMLL4446, PMLL4448, КД503, КД521, КД522. Светодиоды ARL-5113UWC-17cd белого свечения, диаметр корпуса — 5 мм, яркость — 17 Кд (автор применил экземпляры с напряжением около 2,88 В при токе 20 мА), можно заменить любыми аналогичными без встроенных резисторов, например, ARL-5213UWC-17CD-NS, ARL-5213UWC-17cd-BS, ARL-5213UWC-20cd-BS, ARL-5213UWC-20cd-NS, ARL-5213UWC-25cd, ARL-5213UWC-35cd.

Аккумулятор без встроенного контроллера — ICR18650-20F фирмы Samsung. Этот аккумулятор имеет посредственное качество, его саморазряд — около 5 % за шесть месяцев. Плата контроллера зарядки DBT-Z626 применена от плоского телефонного Li-Ion аккумулятора модели Texet TM-4572. Подойдёт любой аналогичный, отключающий аккумулятор при пониженном и повышенном напряжении. Следует избегать коротких замыканий и подключать аккумулятор к контроллеру на самом последнем этапе сборки.

Собранное устройство начинает работать сразу и не требует налаживания. Продолжительность полной зарядки аккумулятора (15...20 ч) зависит от особенностей зарядного устройства и ёмкости аккумулятора. Зарядный ток на последнем этапе зарядки — 50...70 мА. При полностью заряженном аккумуляторе общий ток через светодиоды — 250 мА.

РАДИО®

"Репетитор" для попугая

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Одной из особенностей семейства попугаев является их способность говорить. Поэтому хозяева этих общительных птиц стараются научить их этому, хотя сделать это не так просто. Основной метод обучения заключается в том, чтобы попугаю уделять много внимания и постоянно с ним заниматься — многократно повторять ему слова, которые он должен запомнить. Но, к сожалению, не всегда можно уделить достаточно времени своему любимцу, да и зачастую большую часть дня попугай предоставлен самому себе, поскольку находится в квартире один и общаться ему не с кем.

В этой ситуации может помочь устройство, которое в автоматическом режиме периодически воспроизводит записанные ранее слова. Назвать такое устройство можно "репетитором" для попугая. В Интернете есть много рекомендаций, как сделать такой "репетитор", используя смартфон или другой гаджет как цифровой магнитофон. На него можно записать какую-либо фразу и запрограммировать её повторение через определённые интервалы времени. Но сделать "репетитор" можно в соответствии с описанием, приведённым ниже, а пользоваться им будет значительно удобнее, чем гаджетами.

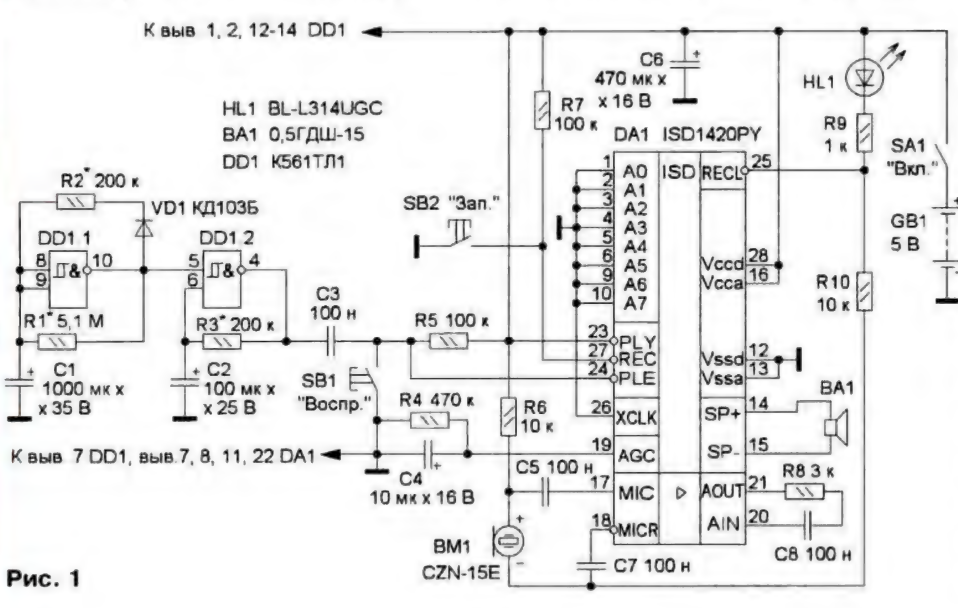
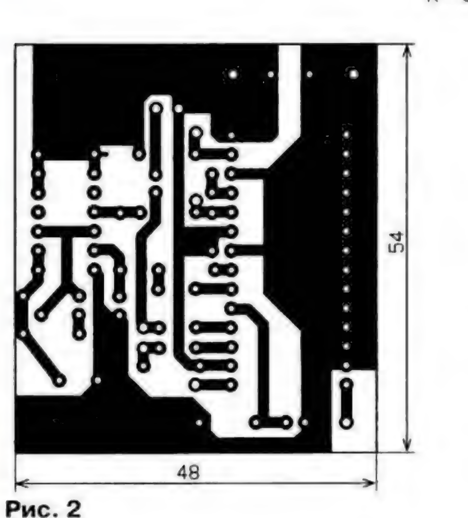


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 1**. Его основа — микросхема ISD1420 (DA1), которая представляет собой однокристальное устройство записи/воспроизведения голосовых сообщений продолжительностью 20 с. Записанные данные хранятся в ячейках встроенной энергонезависимой памяти, обеспечивая хранение данных без энергетических затрат. Система автоматического отключения питания обеспечивает переход в режим пониженного энергопотребления по завершению цикла записи/воспроизведения, при этом типовой потребляемый ток — около 0,5 мкА. Продолжительность хранения сообщений — 100 лет, число циклов записи — 100000.

Эта КМОП-микросхема имеет встроенный генератор тактовой частоты, микрофонный предусилитель, систему АРУ, фильтр для антиалиасинга (англ. anti-aliasing — сглаживание — технология, используемая для устранения эффекта "зубчатости", возникающего при квантовании сигнала), сглаживающий НЧ-фильтр и усилитель звуковой частоты. Минимальная система записи/воспроизведения может быть организована с применением микрофона, динамической головки, нескольких пассивных элементов, двух кнопок и источника питания, при этом не требуется применения программатора. Номинальное напряжение питания — однополярное 5 В.

Чтобы записать информацию, надо подать низкий логический уровень на вход REC (вывод 27) микросхемы DA1. Пока присутствует этот уровень, происходит запись, но её продолжительность не превышает 20 с (для ISD1420). Для запуска воспроизведения надо кратковременно подать низкий уровень на вход PLE (вывод 24). Во время цикла записи включается и постоянно светит светодиод HL1, по окончании цикла воспроизведения он кратковременно вспыхивает. Сигнал записи имеет приоритет перед сигналом воспроизведения.



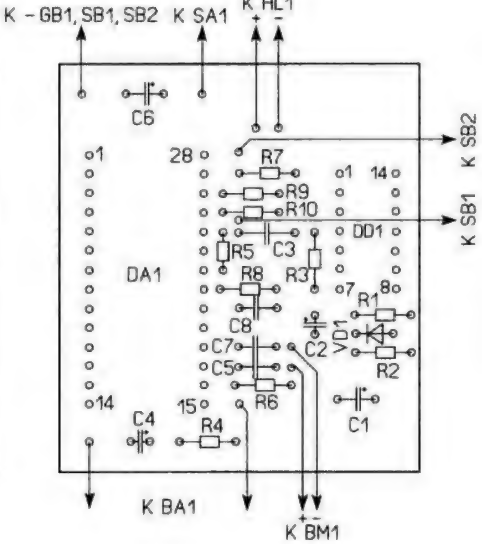


Рис. 2

Для управления работой микросхемы DA1 собран несложный генератор импульсов на микросхеме DD1, кото-



Рис. 3


Рис. 4


Рис. 5

рый формирует управляющие сигналы, задающие параметры режима воспроизведения. На элементе DD1.1 собран генератор импульсов, который определяет временной интервал между циклами воспроизведения записанной информации и продолжительность одного цикла. Период следования импульсов задаёт интервал между повторениями, длительность — продолжительность цикла. При этом в одном цикле воспроизведения может быть несколько повторов. Период следования импульсов определяется в основном постоянной времени цепи R1C1 и параметрами элемента DD1.1. Длительность импульса задают цепь R2C1 и параметры элемента DD1.1. Для указанных на схеме элементов период следования импульсов — около 20 мин, их длительность — около 2 мин. Генератор на элементе DD1.2 формирует импульсы запуска воспроизведения, период их следования должен немного превышать максимальную продолжительность записи. В результате через каждые 20 мин в течение 2 мин происходит повторение "урока".

Работает устройство следующим образом. После подачи питающего напряжения начинает работать генератор импульсов. В этот момент конденсаторы C1 и C2 разряжены, поэтому на выходах элементов DD1.1 и DD1.2 присутствует высокий логический уровень и начинается зарядка этих конденсаторов. Через интервал времени, равный длительности цикла воспроизведения, на выходе элемента DD1.2 появится низкий уровень, который через конденсатор C3 поступит на вход PLE микросхемы DA1, и начнётся воспроизведение записанной информации. Она будет повторяться до тех пор, пока на выходе элемента DD1.1 не появится низкий уровень. То есть в цикле воспроизведения может быть несколько повторов записанной информации. После этого наступит пауза, продолжительность которой зависит от времени разрядки конденсатора C1 через резистор R1. По окончании паузы цикл воспроизведения повторится.

Запись можно проводить в паузах между циклами воспроизведения, для этого надо нажать на кнопку SB2 и удерживать до тех пор, пока светодиод HL1 не погаснет. Для проверки записанной информации надо кратковременно нажать на кнопку SB1.

Большинство деталей размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Кнопки, микрофон, светодиод и выключатель питания установлены на верхней стенке корпуса устройства, динамическая головка — на другой, кассета-держатель для элементов питания и печатная плата — на третьей. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Применены резисторы Р1-4, С2-23, МЛТ, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, при этом конденсаторы C1 и C2 желательно применить с указанным или с большим номинальным напряжением, это уменьшит токи утечки, остальные конденсаторы — керамические или плёночные импортные. Светодиод — маломощный, любого цвета свечения с диаметром корпуса 3...5 мм. Кнопки — малогабаритные тактовые, например TC-0409, выключатель питания также может быть любой малогабаритный, в том числе и движковый. Динамическую головку желательно применить с сопротивлением катушки 16...50 Ом, мощностью до 0,5 Вт. Источник питания — батарея из четырёх Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторов или гальванических элементов типоразмера AAA. При питании устройства от внешнего источника питания на корпусе надо установить дополнительное гнездо для его подключения. Ток, потребляемый устройством в режиме записи, — около 10 мА, в режиме воспроизведения — до 50 мА.

Для корпуса устройства использованы подручные материалы, подходящим оказался пластмассовый контейнер-

коробка от гибких дисков 3,5", в нём удалось разместить все элементы. Внешний вид устройства показан на **рис. 4**. На верхней части корпуса установлены кнопки, микрофон, светодиод и выключатель питания с соответствующими надписями (**рис. 5**). Для динамической головки в боковой стенке корпуса просверлены отверстия. Все элементы закреплены внутри корпуса с помощью термоклея. Благодаря тому что корпус открывается (**рис. 6**), можно без труда проводить замену элементов питания. Для питания можно применить и сетевой блок питания с выходным напряжением 5 В, подойдёт, например, ЗУ от сотового телефона.

Чтобы качество записи было лучше, а сигнал звонче, следует применить микросхему ISD1416P, которая обеспечивает запись речевых фрагментов длительностью 16 с и имеет верхнюю границу полосы пропускания 3,3 кГц, что заметно улучшит качество сигнала.



Рис. 6

Налаживание сводится к установке желаемых временных параметров работы устройства. Подборкой конденсатора C1 (грубо) и резистора R1 (плавно) устанавливают желаемую продолжительность паузы между циклами воспроизведения. Продолжительность цикла воспроизведения устанавливают подборкой резистора R2. Подборкой конденсатора C2 (грубо) и резистора R3 (точно) устанавливают период следования импульсов запуска воспроизведения.

От редакции. *Чертежи печатной платы в формате Srint-Layout имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/repetitor.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Светодиодный куб 4×4×4 и редактор световых эффектов для него

О. КОЛЬЧУРИН, г. Нижняя Тура Свердловской обл.

Предлагаемый куб содержит 64 светодиода, которыми управляет плата Arduino Nano. Никаких других деталей, кроме четырёх транзисторов, двух десятков резисторов и кнопки для его изготовления не требуется. В представленном виде куб демонстрирует 25 световых эффектов. Однако ничего не стоит изменить их или дополнить эффектами, разработанными самостоятельно. Для этого автор статьи предлагает специальную компьютерную программу.



Схема "светодиодной" части предлагаемого куба изображена на **рис. 1**.

В каждом из четырёх его слоёв светодиоды HL1—HL16 расположены, как показано на монтажной схеме **рис. 2**, по сетке 4×4 с шагом приблизительно 10 мм.

Для облегчения сборки слоёв был изготовлен шаблон из листового материала с просверленными в узлах сетки отверстиями, диаметр которых равен диаметру корпуса светодиода. Выводы светодиодов отгибались в противоположные стороны, затем 16 светодиодов одного слоя были вставлены в отверстия шаблона, а их катодные выводы припаяны к проложенному по периметру слоя и через его середину к соединительному проводнику. Эти проводники каждого слоя следует соединить с коллекторами транзисторов VT1—VT4.

Анодные выводы светодиодов в местах, помеченных точками, были отогнуты перпендикулярно поверхности шаблона. В дальнейшем они использовались для соединения слоёв между собой. На монтажной схеме рядом с точками указаны номера проводов жгутов, соединяющих аноды светодиодов с резисторами R1, R2, R7—R20. У каждого светодиода приведены в скобках номера разрядов старшего (H) и младшего (L) байтов, описывающих их состояние в программе, управляющей кубом. Так были изготовлены все четыре слоя.

Надписи у стрелок, заканчивающих на рис. 1 идущие к плате Arduino Nano провода, соответствуют названиям выводов этой платы. Схема управляющей части куба на её основе изображена на **рис. 3**. Следует иметь в виду, что многие модификации плат Arduino, в том числе популярная Arduino Uno, не имеют входов A6 и A7. Использовать такие платы для управления описываемым кубом не удастся.

В микроконтроллер платы Arduino Nano должна быть загружена программа, полученная компиляцией приложенного к статье скетча _4X4X4_Ha_Nano.ino в среде Arduino

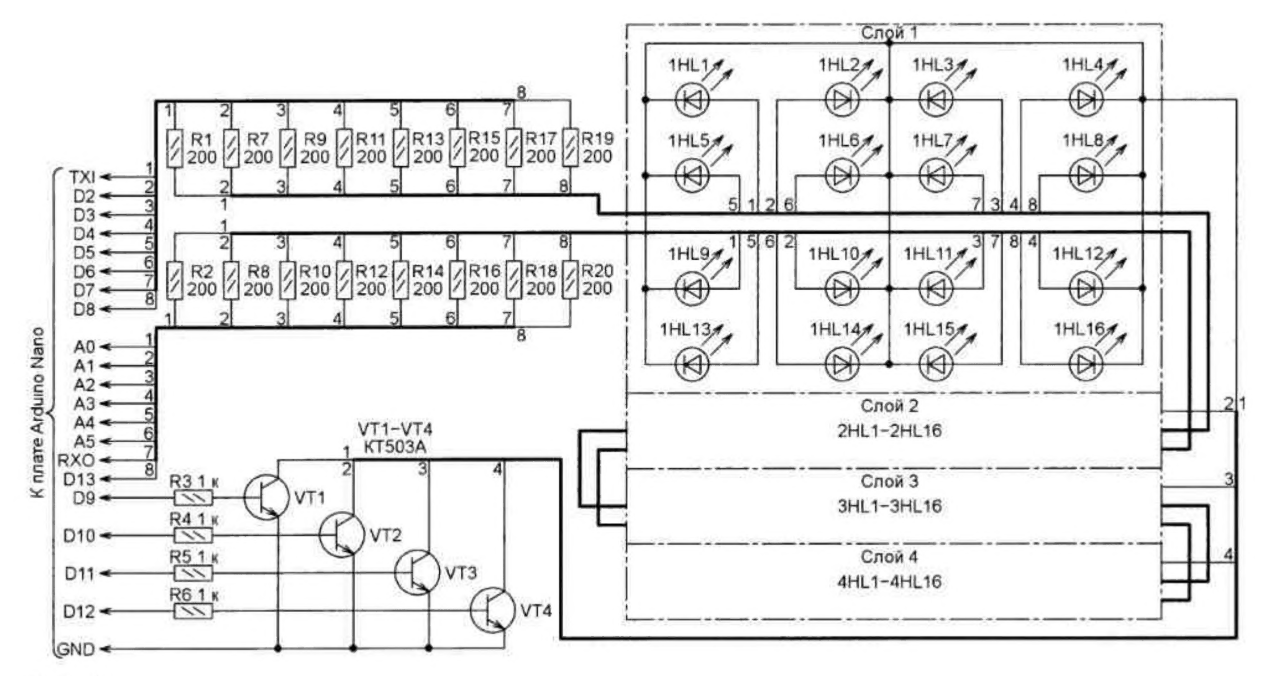


Рис. 1

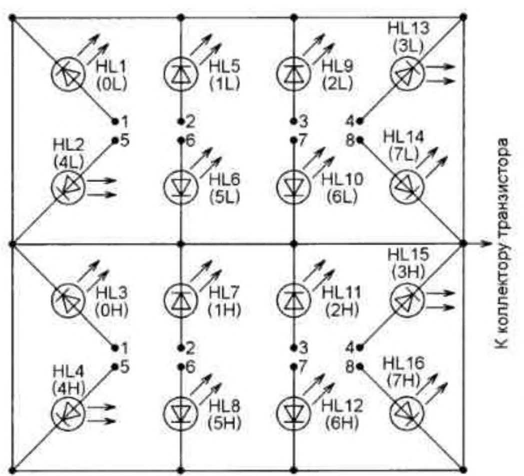


Рис. 2

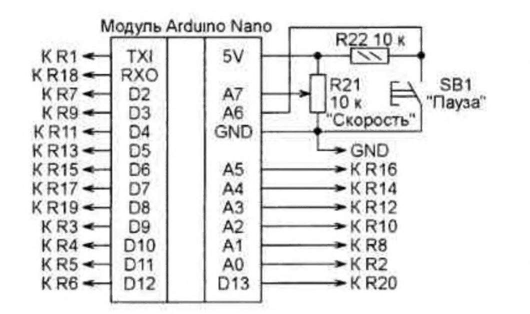


Рис. 3

IDE. Содержащий описания световых эффектов файл effects.c во время компиляции должен находиться в одной папке со скетчем. В нём описаны 25 эффектов, которые программа воспроизводит поочерёдно по кольцу, повторяя каждый случайное число раз (от 5 до 15). Переменным резистором R1 можно регулировать скорость воспроизведения эффекта. Нажатие на кнопку SB1 "замораживает" эффект до её отпускания.

Питают куб напряжением 5 В, поданным на разъём USB платы Arduino Nano от разъёма USB компьютера, или, например, от зарядного устройства с таким напряжением. Потребляемый ток — не более 200 мА.

Для разработки и корректировки эффектов я написал компьютерную программу Cube 4X4X4, скриншот главного окна которой показан на **рис. 4**. Здесь рядом с изображениями светодиодов для удобства программиста указаны номера разрядов байтов, управляющих ими в программе для Arduino, а рядом с каждой группой из восьми светодиодов, управляемых одним байтом, выведено его текущее значение. Слои 1—4 обозначены буквами A—D.

Щелчок мышью по изображению светодиода на экране включает выключенный светодиод или выключает включённый. Например, на рис. 4 включённым показан светодиод 2HL8, которым управляет разряд 5 старшего байта. Полностью задав или откорректировав состояние светодиодов в текущем кадре эффекта, нажмите на экранную кнопку 🡆. Это выведет на экран следующий кадр, а если его не существует, создаст новый, пока пустой. Нажатие на экранную кнопку 🡄 выведет изображение предыдущего кадра (если он есть).

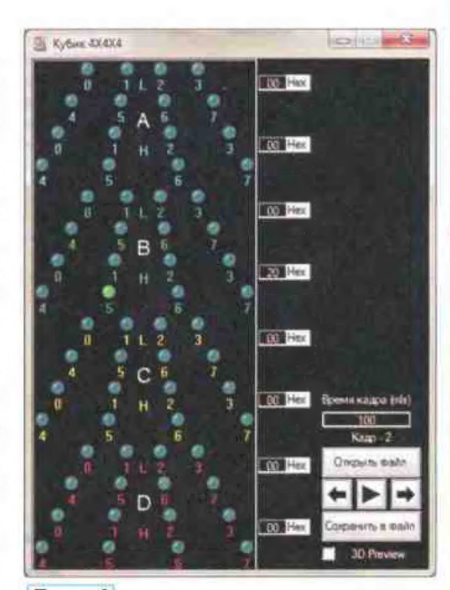


Рис. 4

Создав или отредактировав все кадры, эффект записывают на диск компьютера нажатием на экранную кнопку "Сохранить в файл". При этом будет открыто стандартное окно Windows "Записать", где нужно указать имя файла, в который будет производиться запись. Всего будет создано три одноимённых файла. Один (с рас-

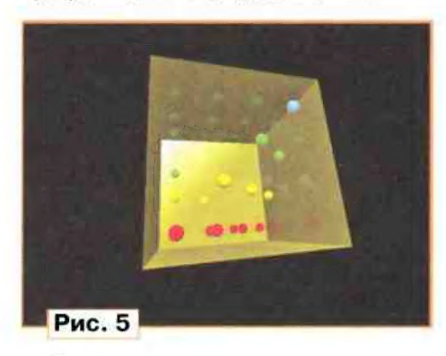
ширением имени .444) в дальнейшем может быть загружен обратно в программу Cube 4×4×4 нажатием на экранную кнопку "Открыть файл". Второй (с расширением имени .c) предназначен для включения созданного эффекта в программу для Arduino. Третий (с расширением имени .asm) позволяет включить эффект в любую программу на языке ассемблера для микроконтроллеров AVR.

Экранная кнопка ▶ при нажатии на неё запустит воспроизведение эффекта на экране, а сама превратится в кнопку ■, нажатие на которую прекратит его. Длительность воспроизведения каждого кадра эффекта можно задать в поле "Время кадра (мс)".

Если нажать на кнопку ▶ при отмеченном пункте "3D Preview", то эффект будет воспроизводиться в полноэкранном режиме (**рис. 5**). При этом изображение куба можно поворачивать с помощью мыши вокруг любой из трёх осей. Выходят из этого режима нажатием на клавишу Esc.

Чтобы включить новый световой эффект в программу платы Arduino Nano, необходимо добавить в папку с её скетчем описание эффекта — файл с расширением имени .c, разработанный с помощью программы Cube 4X4X4.

В начало скетча _4X4X4_Ha_Nano.ino нужно внести строку с директивой #include и именем добавляемого файла, константе all_kub присвоить значение (в рассматриваемом случае 26), равное общему числу эффектов в программе, включая добавленный.


Рис. 5

В последовательность строк, присваивающих значения элементам массивов addr и dlin, нужно добавить новую строку (ниже она условно разделена на две):

```
addr[N]=pgm_get_far_address(A);
dlin[N]=sizeof(A);
```

Здесь A — имя массива нового эффекта в добавленном файле; N — порядковый (начиная с нуля) номер этого эффекта в ряду имеющихся. Учтите, что куб воспроизводит эффекты в порядке номеров. Поэтому, если эффект добавляется в конец ряда, то его номер (в рассматриваемом случае 25) должен быть на единицу больше номера бывшего последним эффекта, а если добавлен в середину ряда, то на единицу больше номера предшествующего эффекта, но номера всех последующих эффектов должны быть увеличены на единицу. Учтите, что порядок следования в программе строк, задающих адреса и длину эффектов, не имеет значения. Эффекты всё равно сохраняются в программной памяти микроконтроллера и воспроизводятся в порядке присвоенных им номеров.

В одном файле с расширением имени .c можно объединять описания нескольких эффектов. Например, в файле effects.c сделано именно так. Общее число эффектов ограничено лишь объёмом программной памяти микроконтроллера ATmega328P (32 Кбайт за вычетом занимаемого самой программой). Один кадр каждого эффекта занимает всего 8 байт памяти.

***От редакции**. Программы для микроконтроллера и для компьютера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/4x4x4.zip** на нашем FTP-сервере.*

Улучшение циркуляции воздуха в системном блоке ПК

А. МЫЗНИКОВ, г. Подольск Московской обл.

У многих современных системных блоков персональных компьютеров отверстия для засасывания воздуха расположены снизу (**фото 1**), а ножки системных блоков имеют небольшую высоту. Между полом (или полкой компьютерного стола) и системным блоком остаётся малый зазор, который очень быстро, как правило, забивается пылью. В результате приток воздуха затрудняется и, как следствие, ухудшается охлаждение блока питания и процессора.

Предлагаю "копеечное" решение проблемы. Для увеличения воздушного зазора я использовал колпачки от спортивных прохладительных напитков, приклеив их к штатным ножкам системного блока, — диаметр штатных ножек позволяет это сделать, он почти совпадает с внутренним диаметром колпачков. Это позволило значительно поднять системный блок над полом (**фото 2**).

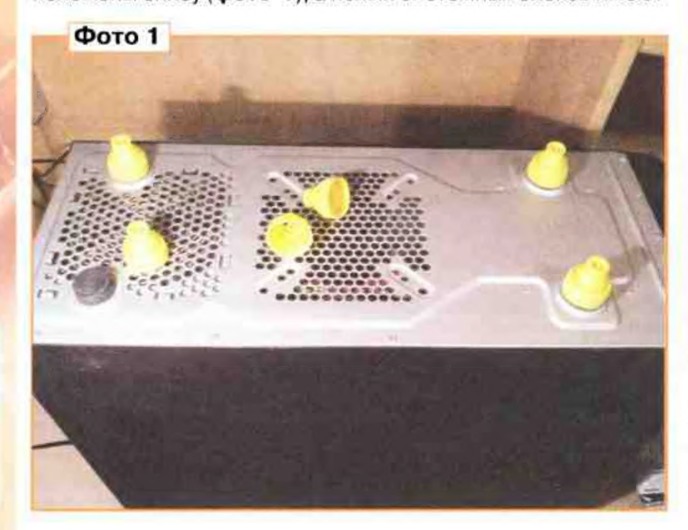

Фото 1


Фото 2

Уважаемые читатели!

Редакция журнала "Радио" совместно с ООО "Чип набор" распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: http://kits.radio.ru)

Набор

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П" по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.



Набор для радиолюбителей "Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П", описание которого было опубликовано в статье С. Комарова ("Радио", 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48). В набор входят лампы, трансформаторы, дроссель, комплект деталей, провода, крепёжные и установочные изделия. Отдельно можно приобрести готовое шасси для этого усилителя.

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Уважаемые читатели, из-за входящих в набор тяжёлых трансформаторов и хрупких радиоламп пересылка почтой осуществляться не будет.

В редакции журнала "Радио" можно приобрести журналы

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—6	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2016	7—12	165 руб.	235 руб.	335 руб.
2017	1—6	185 руб.	255 руб.	355 руб.
2017	7—12	200 руб.	285 руб.	385 руб.
2018	1—6	220 руб.	310 руб.	415 руб.

Деньги за интересующие вас наборы и журналы нужно отправить переводом на наш расчётный счёт. На бланке обязательно напишите, за что вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.



"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910".

Схема и описание программатора опубликованы в журнале "Радио" № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей.

"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676".

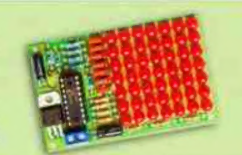
Подробно о работе устройства можно прочитать в статье В. Шкильменского "Блок зажигания–регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676" в журналах "Радио" № 11 за 2008 г. на с. 36–38 и № 4 за 2009 г. на с. 38, 39.



"Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения", описание которого опубликовано в статьях "Цифровое устройство защиты с функцией измерения" ("Радио", 2005, № 1, с. 32–34) и "Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения" ("Радио", 2007, № 7, с. 26–28), автор Н. Заец.



Набор для радиолюбителей "Автомат световых эффектов на микроконтроллере", описание которого опубликовано в статье Р. Мухутдинова ("Радио", 2011, № 6, с. 51, 52).



Набор для радиолюбителей "Программируемый регулятор для системы отопления", описание которого опубликовано в статье В. Нефёдова ("Радио", 2011, № 1, с. 40, 41). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция.



Проводится подписка на бумажный журнал на второе полугодие 2018 года.
Подписные индексы:
Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772;
Объединённый каталог "Пресса России" 89032;
Каталог российской прессы "Почта России" 61972.

Получатель:
ЗАО "Журнал "Радио",
ИНН 7708023424,
КПП 770801001
р/с 40702810438090103159,
ПАО "Сбербанк России",
г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225,
почтовый индекс банка 101000.

Редакция журнала "Радио" предлагает подписку на электронную копию журнала "Радио" с доставкой по электронной почте.
Как подписаться Вы узнаете, посетив страничку http://el.radio.ru

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!



ПЕРВЫЙ НОМЕР ЖУРНАЛА ВЫШЕЛ В 1924 ГОДУ
Коля Укавинкин — охотник за лисой
ЖУРНАЛ
РАДИО
АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ
В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ
Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2018 год, а также на 2012—2017 гг. Цена не изменилась: 12 месяцев — 600 рублей!*
На сайте http://el.radio.ru Вы можете узнать, как подписаться и скачать бесплатный журнал № 7 за 2011 г.
* 600 рублей — стоимость подписки при оплате в редакции. Стоимость подписки может увеличиться за счёт стоимости услуг банка или платёжных систем, которую они взимают за услугу перевода денег.